



Regione Toscana



Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

MICROZONAZIONE SISMICA

Relazione illustrativa

Regione Toscana Comune di Reggello (FI)



Regione Regione Toscana	Soggetto realizzatore: Comune di Reggello/Servizio Assetto del Territorio/RUP Arch. Stefano Ermini Professionisti incaricati: Dott. Geol. Eros Aiello Dott. Geol. Gabriele Grandini Dott. Geol. Cristian Pieroni Dott. Geol. Francesco Puccetti  <small>Via Andrea del Castagno, 5 - 50129 Firenze tel. 055/2711121 - 055/2711122 - 055/2711123 www.gecoinc.com</small>	Data Febbraio 2020
-----------------------------------	---	------------------------------

Indice generale

1. INTRODUZIONE.....	2
1.1 METODOLOGIA.....	2
2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO.....	7
2.1 SISMICITA' DELL'AREA.....	7
2.2 RISCHIO SISMICO.....	10
2.3 MODELLAZIONE SISMICA.....	15
2.4 PERICOLOSITA' SISMICA.....	18
2.5 VERIFICHE DI PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DI SITO.....	26
2.6 LIQUEFAZIONE – BASE TEORICA E VERIFICA PER LOCALITA'.....	45
3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA.....	65
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO.....	65
3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E NOTAZIONI STRATIGRAFICHE.....	66
3.3 DESCRIZIONE DELLE FORMAZIONI.....	70
3.4 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	74
3.5 CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E NOTAZIONI IDROGEOLOGICHE.....	78
3.6 ACCLIVITA' DEI VERSANTI.....	79
4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI.....	81
5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO.....	89
6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE.....	90
7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....	91
8. ELABORATI CARTOGRAFICI.....	92
8.1 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE.....	100
8.2 CARTA DELLE INDAGINI E CARTA DELLE FREQUENZE.....	100
8.3 CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA.....	102
8.4 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS).....	107
8.5 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA.....	109
8.6 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI.....	112
8.7 CONSIDERAZIONI RELATIVE AGLI APPROFONDIMENTI CONDOTTI SULLE VARIE PORZIONI di TERRITORIO INDAGATE.....	135
9. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI.....	213
10. BIBLIOGRAFIA.....	214
11. ALLEGATI.....	215

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

1. INTRODUZIONE

La Regione Toscana (Direzione Ambiente ed Energia – Settore Sismica) con proprio Decreto Dirigenziale di G.R.T. n. 16262 del 4 ottobre 2018, ha inserito il Comune di Reggello nella graduatoria relativa alla erogazione di finanziamenti previsti per la redazione di **indagini e studi di microzonazione sismica sui centri urbani** (studi di MS di livello 2) comunali di cui alla Del. G.R.T. n. 468 del 02.05.2018.

Il presente studio è finanziato ai sensi dell'Ordinanza O.C.D.P.C. n. 344/2016 – art. 2, comma 1 lett. a, che disciplina a livello nazionale i contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico già previsti all'art. 11 della legge n. 77 del 24 giugno 2009.

Con la delibera di cui sopra, la Regione Toscana ha definito le modalità di finanziamento degli studi Microzonazione Sismica.

Il Comune di Reggello, con determinazione del Responsabile del Settore UO Urbanistica n. 321 del 11.04.2017, individuava nella Geo Eco Progetti il “soggetto realizzatore” delle indagini in questione da svolgersi nelle more e modalità previste dalle precipe specifiche tecniche regionali approvate con la citata Del. G.R.T. n. 144 del 23.02.2015 “*Approvazione delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione di indagini e studi di microzonazione sismica*” e con esplicito riferimento agli “*Indirizzi e Criteri Generali per la Microzonazione Sismica*” (in seguito denominati ICMS) – GdLDPC/Regioni. Documento approvato dalla Conferenza dei Presidenti delle Regioni nella seduta del 13 novembre 2008. In particolare, gli elaborati prodotti seguono i suddetti indirizzi e criteri nella versione 4.1.

1.1 METODOLOGIA

La Regione Toscana, con propria Del. G.R.T. n. 144/2015, ha definito il “programma minimo” di tali studi dettagliando:

- *indicazione delle aree di indagine,*
- *indicazione del quantitativo minimo e delle tipologie di indagine da realizzare,*
- *indicazione della documentazione tecnica da produrre.*

In merito ai tre citati punti si dettaglia quanto segue:

1) *Indicazione delle aree di indagine*

Secondo quanto indicato dalle istruzioni tecniche in materia le suddette attività devono essere concentrate in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi che il Comune individua secondo le specifiche di cui al Par. 1.B.1.2 delle ITR (Istruzioni Tecniche Regionali) del Programma VEL e perimetra secondo i criteri definiti dagli ICMS.

L'Amministrazione Comunale di Reggello, di compendio con la Struttura Regionale deputata alla Prevenzione Sismica (Direzione Ambiente ed Energia – Settore Sismica), ha individuato le seguenti aree:

- capoluogo di Reggello (comprendente l'abitato di Cascia)
- frazione di Tosi (comprendente l'abitato di Pian di Melosa)
- frazione di Donnini

- frazione di San Clemente
- frazione di Leccio
- frazione di Ciliegi
- frazione di Vaggio
- frazione di Matassino
- frazione di Cancelli
- frazione di Pietrapiana
- frazione di San Donato in Fronzano
- frazione di Montanino
- frazione di Sant'Ellero
- frazione di Prulli di Sopra e Prulli di Sotto
- zona industriale Le Fornaci
- frazione di Saltino
- frazione di Vallombrosa

Al fine di una migliore rappresentazione delle strutture geologiche e delle fenomenologie geomorfologiche, i tematismi cartografici allestiti sono inoltre stati estesi a quelle porzioni di territorio, in adiacenza ai centri urbani, per cui fosse disponibile cartografia C.T.R. in scala 1:2.000, ricorrendo talvolta a “mosaici cartografici” con cartografia C.T.R. in scala 1:10.000, in settori di particolare interesse ove non fosse disponibile cartografia in scala 1:2.000.

2) *Indicazione del quantitativo minimo e delle tipologie di indagine*

Relativamente alle cartografie geologiche e geomorfologiche in prima fase si è fatto riferimento alle cartografie originali in scala 1:10.000 realizzate nell'ambito del supporto geologico tecnico al vigente Piano Strutturale del Comune di Reggello per l'intero territorio comunale. Tali cartografie sono state rivisitate mediante le recenti indicazioni della cartografia regionale CARG e con appositi rilievi di campagna geologici e geomorfologici di dettaglio.

Si è provveduto inoltre ad acquisire tutte le indagini geognostiche e geofisiche esistenti sulle porzioni di territorio in esame reperibile presso gli archivi regionale, provinciale e comunale.

Il Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica ha, inoltre, fornito l'indicazione di minima, in funzione del quadro conoscitivo esistente, circa la realizzazione delle seguenti indagini geofisiche minime obbligatorie:

CAMPAGNA DI INDAGINE PROPEDEUTICA AGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISIMICA DI LIVELLO 1 – APRILE 2016, MAGGIO 2017

- n. 6 linee di sismica a rifrazione con onde P ed onde SH, con restituzione secondo tecniche di analisi a rifrazione classica e tomografica, delle velocità Vp e Vs nel sottosuolo, per caratterizzare dinamicamente sia la copertura presente sia il substrato roccioso ed individuarne la morfologia del tetto del substrato roccioso;
- n. 6 prove sismiche a rifrazione di tipo Masw per caratterizzare la velocità delle onde sismiche di taglio nel suolo e definire la categoria sismica di sottosuolo secondo le vigenti N.T.C.;
- n. 83 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremiti (HVSR), e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, per la definizione

della frequenza naturale dei terreni e per la determinazione dell'eventuale comportamento amplificativo degli stessi (tempo di esposizione non inferiore a 40 minuti).

CAMPAGNA DI INDAGINI PROPEDEUTICA AGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISIMICA DI LIVELLO 2 – LUGLIO 2019

- n. 4 linee di sismica a rifrazione con onde P ed onde SH, con restituzione secondo tecniche di analisi a rifrazione classica e tomografica, delle velocità V_p e V_s nel sottosuolo, per caratterizzare dinamicamente sia la copertura presente sia il substrato roccioso ed individuarne la morfologia del tetto del substrato roccioso.
- n. 7 prove sismiche a rifrazione di tipo Masw per caratterizzare la velocità delle onde sismiche di taglio nel suolo e definire la categoria sismica di sottosuolo secondo le vigenti N.T.C.;
- n. 6 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSr), e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, per la definizione della frequenza naturale dei terreni e per la determinazione dell'eventuale comportamento amplificativo degli stessi (tempo di esposizione non inferiore a 40 minuti);
- n. 1 prova ESAC per la determinazione di profili di velocità V_s nel sottosuolo.

3) Indicazione della documentazione tecnica da produrre

La delibera prevede che lo studio di microzonazione sismica restituisca i seguenti elaborati tecnici per ciascuna delle frazioni indagate:

- carta delle indagini
- carta geologico-tecnica con relative sezioni
- carta delle frequenze
- carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (M.O.P.S.) con relative sezioni
- carta di microzonazione sismica

e a compendio delle varie cartografie allestite la presente relazione tecnica illustrativa.

Per le frazioni come sopra dettagliate sono pertanto stati realizzati tutti i tematismi sotto dettagliati su base cartografica C.T.R. in scala 1:5.000 (scala adottata per la restituzione grafica dei tematismi rilevati in scala 1:2.000 di dettaglio).

In **rosso** vengono riportati gli elaborati e i tematismi appositamente realizzati per gli studi di Microzonazione Sismica di livello 2, mentre in **blu** i tematismi e gli elaborati redatti per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1, precedentemente approvati e rieditati con modifiche nel presente studio.

N° Tavola	Titolo	Scala	Data di emissione
G.0	Relazione tecnico illustrativa		marzo 2020
	Tosi – Donnini – San Clemente – Ciliegi - Matassino		
G.01	Carta delle indagini	1:5.000	marzo 2020
G.02	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica	1:5.000	marzo 2020
G.03	Carta delle frequenze	1:5.000	marzo 2020
G.04	Carta delle MOPS	1:5.000	marzo 2020
G.13	Carta di Microzonazione Sismica – FH01-05	1:5.000	marzo 2020
G.16	Carta di Microzonazione Sismica – FH05-1	1:5.000	marzo 2020
G.19	Carta di Microzonazione Sismica – FPGA	1:5.000	marzo 2020
	Capoluogo - Cascia – Leccio - Vaggio		

G.05	Carta delle indagini	1:5.000	marzo 2020
G.06	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica	1:5.000	marzo 2020
G.07	Carta delle frequenze	1:5.000	marzo 2020
G.08	Carta delle MOPS	1:5.000	marzo 2020
G.14	Carta di Microzonazione Sismica – FH01-05	1:5.000	marzo 2020
G.17	Carta di Microzonazione Sismica – FH05-1	1:5.000	marzo 2020
G.20	Carta di Microzonazione Sismica – FPGA	1:5.000	marzo 2020
	Cancelli – Montanino – Pietrapiana – San Donato in Fronzano – Sant’Ellero – Saltino – Vallombrosa – Prulli e zona di fondovalle a nord di Matassino – Le Fornaci		
G.09	Carta delle indagini	1:5.000 1:2.000	marzo 2020
G.10	Carta geologico tecnica per la microzonazione sismica	1:5.000 1:2.000	marzo 2020
G.11	Carta delle frequenze	1:5.000 1:2.000	marzo 2020
G.12	Carta delle MOPS	1:5.000 1:2.000	marzo 2020
G.15	Carta di Microzonazione Sismica – FH01-05	1:5.000	marzo 2020
G.18	Carta di Microzonazione Sismica – FH05-1	1:5.000	marzo 2020
G.21	Carta di Microzonazione Sismica – FPGA	1:5.000	marzo 2020
	Sezioni geologico tecniche		
G.22a	Sezioni geologico tecniche con indicazioni MOPS	1:3.000	marzo 2020
G.22b	Sezioni geologico tecniche con indicazioni MOPS	1:3.000	marzo 2020
	Data base “cartella indagini” contenente certificazioni indagini stratigrafiche, geotecniche e sismiche strutturata come da istruzioni “Standard di rappresentazione e archiviazione informatica per Microzonazione Sismica” (in formato digitale)		marzo 2020
Indagini geofisiche integrate di caratterizzazione sismica propedeutiche alla redazione di cartografie di microzonazione sismica e MOPS – eseguite dalla Ditta ENKI s.r.l.			
	Relazione tecnica illustrativa con certificazioni delle prove eseguite		aprile 2016 maggio 2017
	Tavv. 01A e 01B – Carta delle indagini		aprile 2016 maggio 2017
	Tavv. 02A e 02B – Carta delle indagini		aprile 2016 maggio 2017
	Tavv. 03Ae 03B – Carta delle indagini		aprile 2016 maggio 2017
Indagini geofisiche integrate di caratterizzazione sismica propedeutiche alla redazione di cartografie di microzonazione sismica di livello 2 – eseguite dalla Ditta ENKI s.r.l.			
	Relazione tecnica		luglio 2019
	Tav. 01 – Carta delle indagini	1:5.000	luglio 2019
	Tav. 02 – Carta delle frequenze	1:5.000	luglio 2019
	Tav. 03a, 3b – Carta di dettaglio indagini	1:500	luglio 2019

Occorre sottolineare che la cartografia realizzata nel presente studio di “microzonazione sismica” costituisce implementazione e adeguamento del quadro conoscitivo del supporto geologico – tecnico agli strumenti urbanistici del Comune di Reggello, ai sensi del Regolamento Regionale n. 53/R, e risulta di fondamentale importanza per improntare future eventuali scelte secondo il principio dello sviluppo sostenibile.

A questo scopo è importante evidenziare che tutta la cartografia tematica elaborata è georeferenziata nel sistema di riferimento Gauss Boaga, e perciò coerente con la topografia della Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 / 1:2.000 ed è presentata anche nel sistema WGS84UTM33N.

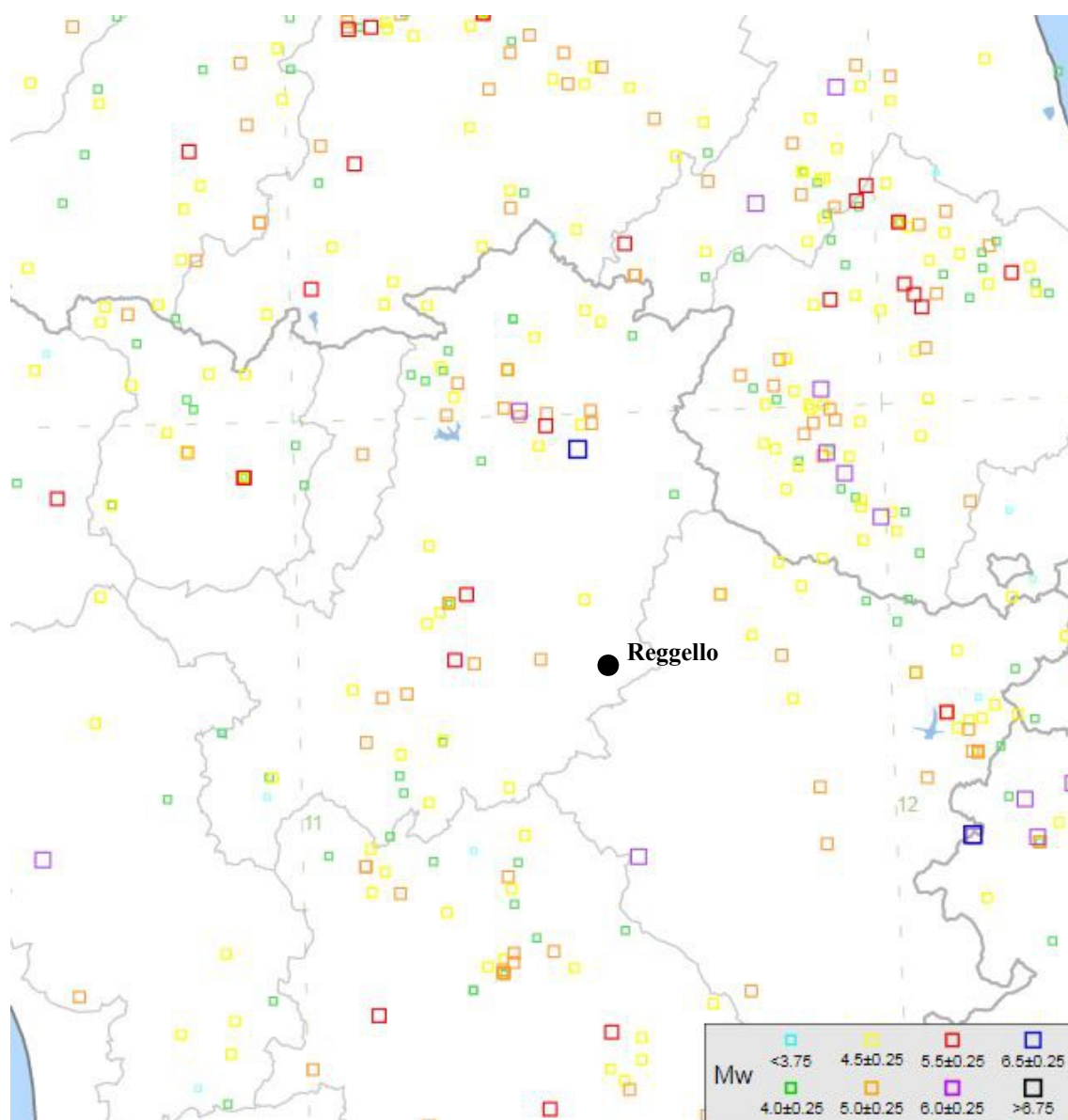
I dati tematici sono tutti vettoriali ed inseriti all'interno di una Banca Dati GIS facilmente interrogabile e aggiornabile, in ottemperanza a quanto richiesto nell'art. 28 della L.R. 1/2005; in particolare, i dati consegnati alla amministrazione comunale sono in formato sia "shape" che "pdf".

Le note illustrative, relative alle tavole elencate, sono contenute nel presente fascicolo "**Relazione tecnica illustrativa**".

2. DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1 SISMICITA' DELL'AREA

La sismicità storica del Comune di Reggello è stata ricostruita con la consultazione del “Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 Release v1.5 - Rovida A., Locati M., Camassi R., Loli B., Gasperini P. (eds), 2016. CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>).



Localizzazione degli eventi macrosismici a livello regionale nel territorio circostante il Comune di Reggello (Periodo 1000 – 2014)

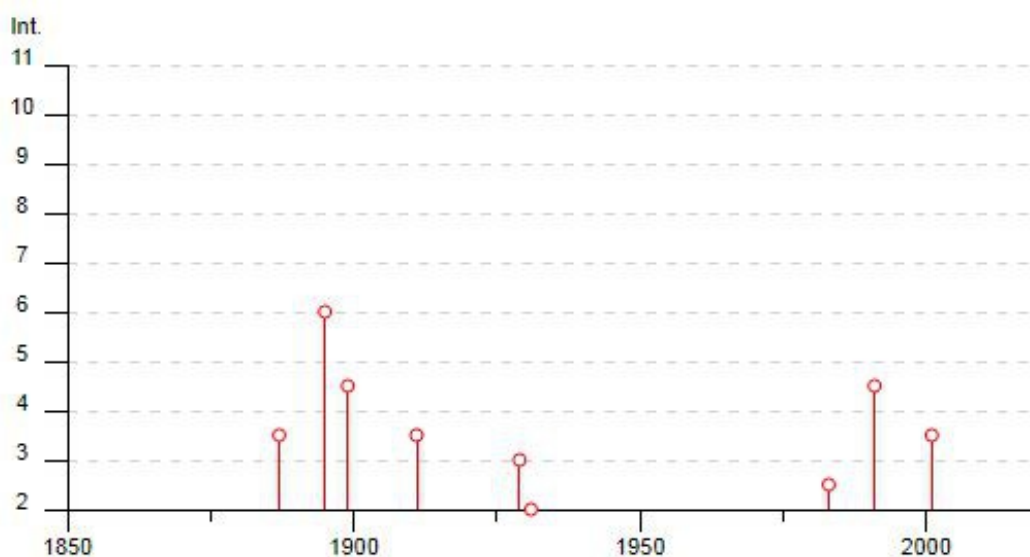
In particolare gli effetti macrosismici che hanno interessato il Comune di Reggello sono riconducibili a n. 18 eventi sismici, verificatisi dal 1887 al 2005, con vario grado di intensità sismica. (cfr. Database Macrosismico Italiano DBMI15 - Release v1.5 - Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V.,

Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Conte S., Rocchetti E. (2016). DBMI15, the 2015 version of the Italian Macroseismic Database. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. doi:<http://doi.org/10.6092/INGV.IT-DBMI15>.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
3-4	1887	11	14	05	48	0	Fiorentino	101	6	4.47
6	1895	05	18	19	55	1	Fiorentino	401	8	5.50
NF	1897	09	06	03	10	4	Valdarno inferiore	104	5-6	4.59
NF	1898	01	16	13	10		Romagna settentrionale	110	6	4.59
NF	1898	03	09	11	43		Romagna settentrionale	68	6	4.59
4-5	1899	06	26	23	17	2	Valle del Bisenzio	138	7	5.02
3-4	1911	09	13	22	29	0	Chianti	115	7	5.08
3	1929	07	18	21	02		Mugello	56	6-7	4.96
2	1931	12	15	03	23		Mugello	35	6	4.62
NF	1939	02	11	11	17		Mugello	31	7	5.01
2-3	1983	11	09	16	29	5	Parmense	850	6-7	5.04
4-5	1991	01	14	07	38	3	Casentino	62	5	4.26
NF	1999	01	25	22	45	5	Appennino forlivese	97	5	4.36
NF	2000	05	10	16	52	1	Faentino	151	5-6	4.82
3-4	2001	11	26	00	56	5	Casentino	211	5-6	4.63
NF	2003	01	29	23	50	1	Appennino forlivese	71	4-5	4.06
NF	2003	12	07	10	20	3	Forlivese	165	5	4.18
NF	2005	07	15	15	17	1	Forlivese	173	4-5	4.29

Eventi macrosismici riportati nel DBMI15

La maggiore intensità sismica percepita in questo territorio raggiunge il grado 6 MCS nel terremoto avvenuto nel Fiorentino nel 1895 (Mw = 5,5).



Distribuzione temporale ed intensità degli eventi macrosismici nel periodo 1887-2005

Analizzando il catalogo delle sorgenti sismogenetiche (DISS - Database of Individual Seismogenic Sources - Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi, 2008) si osserva che il territorio del Comune di Reggello si colloca a sud-ovest (a una distanza di circa 13 km) dell'area sismogenetica composite codificata come ITCS037 "Mugello-Città di Castello-Leonessa", caratterizzata dai seguenti parametri:

Strike (angolo rispetto al nord):	280° - 330°
Dip (inclinazione rispetto al piano campagna):	25° - 40°
Profondità min - max:	0,5 - 8 km
Magnitudo massima (Mw):	6,2

Questa struttura composita corre per oltre 200 km lungo la dorsale dell'Appennino settentrionale, dai settori dell'Appennino Pratese (a nord-ovest) verso l'alta valle del Fiume Nera (a sud-est), e costituisce il nucleo della cintura estensionale dell'"Etrurian Fault System". Questa sorgente è un complesso di faglie superficiali a basso angolo che segna il confine estensionale occidentale dell'Appennino settentrionale.

Cataloghi storici e strumentali mostrano terremoti (magnitudo 4.5 < Mw 5.0) potenzialmente dannosi all'interno dell'area, in particolare nei settori nord-occidentale e sud-orientale. Inoltre, si sono verificati i principali terremoti dannosi e distruttivi (da nord-ovest a sud-est): 13 giugno 1542 (Mw 5.9, Mugello), 29 giugno 1919 (Mw 6.2, Mugello), 26 aprile 1917 (Mw 5.8, Monterchi-Citerna), 25 dicembre 1352 (Mw 6.0, Monterchi), 26 aprile 1458 (Mw 5.9, Città di Castello), 13 gennaio 1832 (Mw 5.8, Foligno), 15 set 1878 (Mw 5.5, Montefalco), e 5 giugno 1767 (Mw 5.4, Spoletino).

Relativamente alle Sorgenti Sismogenetiche Individuali (Individual Seismogenic Sources), all'interno della suddetta area sismogenetica composite ITCS037 "Mugello-Città di Castello-Leonessa", si rileva la struttura codificata come ITIS087 "Mugello West" con le caratteristiche principali di cui alla tabella seguente:

Strike (angolo rispetto al nord):	301°
Dip (inclinazione rispetto al piano campagna):	30°
Profondità min - max:	1,0 - 4,5 km
Magnitudo massima (Mw):	5,9

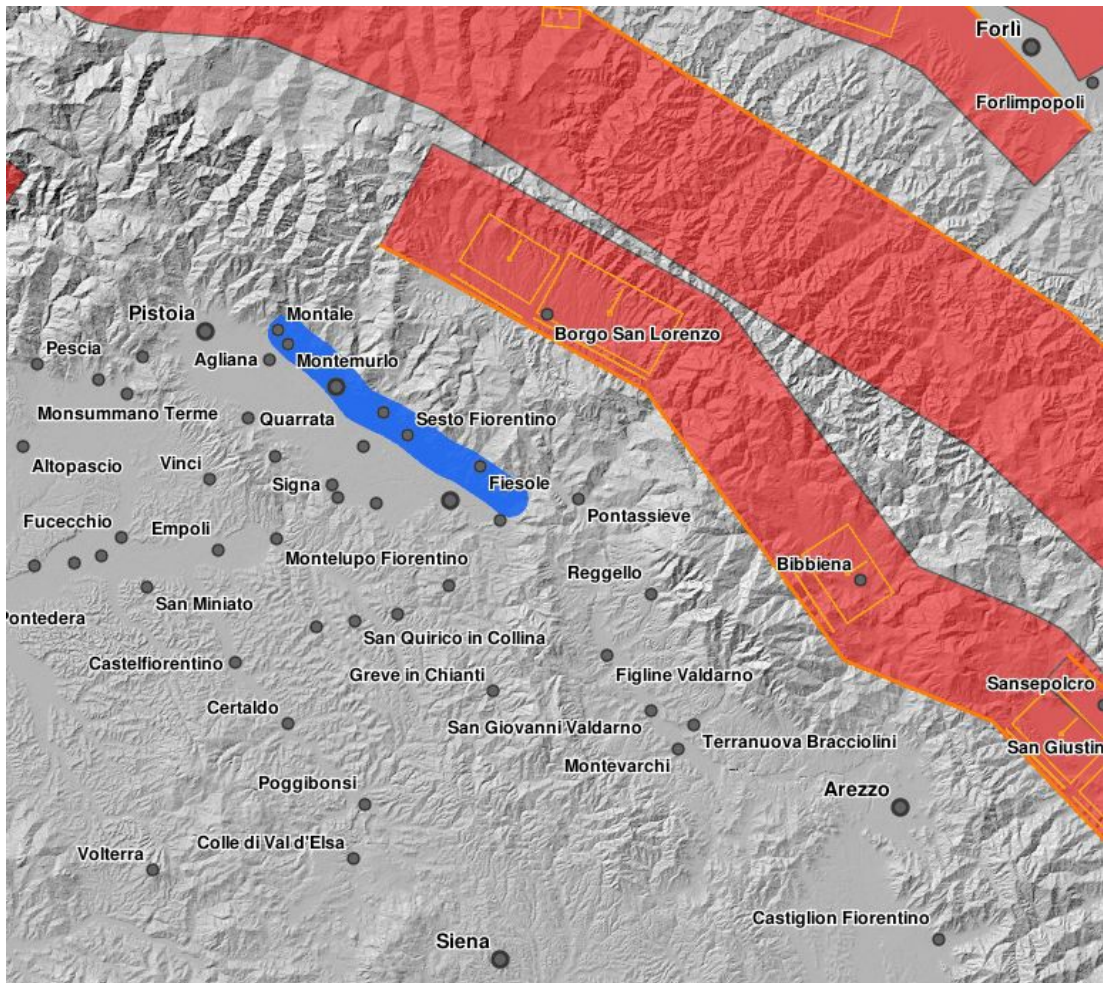
e la struttura codificata come ITIS086 "Mugello East" con le caratteristiche principali di cui alla tabella seguente:

Strike (angolo rispetto al nord):	298°
Dip (inclinazione rispetto al piano campagna):	40°
Profondità min - max:	0,6 - 6,9 km
Magnitudo massima (Mw):	6,2

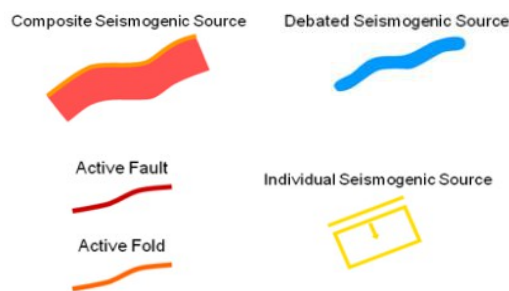
Dal medesimo catalogo si riconosce, inoltre, la presenza nel settore in esame di una area sismogenetica incerta codificata come ITDS015 "Prato - Fiesole Fault System", che corre con andamento appenninico dall'area di Montale a quella di Bagno a Ripoli.

Le aree sismogenetiche incerte sono quelle aree caratterizzate dalla presenza di faglie potenzialmente attive, sulla scorta dei dati di letteratura, ma che non sono considerate abbastanza affidabili da includerle con certezza nelle aree sismogenetiche certe, in quanto: faglie per cui sono fornite solo minime evidenze superficiali; faglie basate su evidenze geologiche ambigue; faglie di cui ci sono visioni contrastanti in letteratura; faglie che

ricadono in zone a sismicità bassa o molto bassa; faglie le cui caratteristiche sono in aperto contrasto con quelle dei sistemi di faglie vicini e di conoscenza più approfondita.



Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.2.0



Potenziali sorgenti sismiche per terremoti con $M > 5.5$

2.2 RISCHIO SISMICO

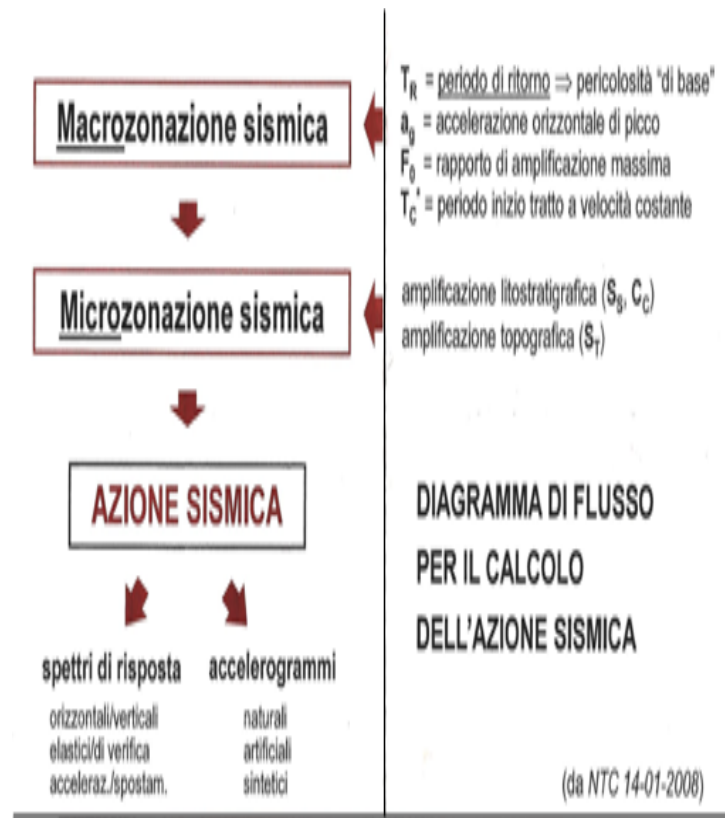
Il rischio sismico nella accezione corrente rappresenta il probabile danno che un determinato sito può subire in occasione di un sisma. In maniera analitica può essere espresso come il prodotto della pericolosità sismica, della vulnerabilità sismica e della quantificazione economica delle realtà danneggiate. La pericolosità sismica può essere direttamente riferita alla vibrazione che un sito può subire durante un sisma, mentre la vulnerabilità definisce lo stato di conservazione del patrimonio edilizio e delle strutture sociali potenzialmente rese inattive

dal sisma. Il parametro relativo alla quantificazione economica delle realtà danneggiate è di difficilissima valutazione poiché comprende, oltre a edifici, strutture produttive ed infrastrutture, anche vite umane e beni artistici e culturali.

La *valutazione del rischio sismico*, in aree ad estensione regionale, viene effettuata mediante la **macrozonazione sismica**, definita come l'individuazione di aree che possano essere soggette, in un dato intervallo di tempo, ad un terremoto di una certa intensità.

All'interno di queste aree si possono valutare, con maggior dettaglio, le differenze di intensità massima dovute a differenti situazioni geologiche locali attraverso procedure il cui insieme costituisce la **microzonazione sismica**. Infatti l'esame della distribuzione dei danni prodotti da un terremoto nello stesso territorio dimostra che le azioni sismiche possono assumere anche a distanze di poche decine di metri caratteristiche differenti in funzione delle diverse condizioni locali (morfologia superficiale, morfologia del substrato roccioso sepolto, presenza e profondità della falda freatica, costituzione e proprietà del sottosuolo, presenza di faglie, etc.).

La microzonazione sismica mira ad individuare gli strumenti necessari a prevedere e a mitigare gli effetti sismici in una zona di dimensioni urbane, tramite opportuni criteri d'uso del territorio.



Le indagini per la *valutazione del rischio sismico* sono, pertanto, suddivise in due fasi.

Macrozonazione sismica

Fornisce un quadro generale del potenziale sismico e quindi della pericolosità sismica di una regione, con l'individuazione delle aree sismiche e di quelle non soggette a sisma.

Nell'ambito dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274/03 si sono individuate 4 zone, delle quali le prime tre coincidono con quelle (Categorie) individuate dalla L.n. 64/74 e successivi D.M. ad essa collegati, mentre la quarta è di nuova costituzione. In quest'ultima zona le regioni possono imporre l'obbligo della progettazione antisismica e stabilire norme e criteri specifici.

Sulla scorta di questa nuova classificazione il territorio del Comune di Reggello è inserito in Zona 2 con i seguenti parametri:

Zona	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) (ag/g)
2	0,25

La OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006 disciplina i criteri alla base degli studi per la definizione della pericolosità sismica utili alla riclassificazione sismica del territorio nazionale, ma definisce anche con:

- la lett. g) la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle zone sismiche che dovranno prevedere:
 - la discretizzazione dell'elaborato di riferimento rispetto ai confini dei comuni. E' opportuno a tale proposito che il passaggio fra zone sismiche territorialmente contigue sia definito in termini gradualità, sia all'interno di ciascuna regione che al confine di regioni diverse.
 - la definizione di eventuali sottozone nell'ambito di uno stesso comune e secondo quanto previsto alla lett. a) per descrivere meglio l'azione sismica, soprattutto in relazione alle esigenze di valutazione e di recupero degli edifici esistenti.
- la lett. c) - sulla base della valutazione di *ag* l'assegnazione di un territorio ad una delle zone sismiche potrà avvenire, secondo la tab. di cui alla lett. a), con la tolleranza di 0,025 *ag*.

La Regione Toscana con D.G.R. n. 431 del 19.06.2006 ha proposto la riclassificazione sismica regionale, mantenendo in via preliminare un atteggiamento di cautela soprattutto nelle situazioni che potevano comportare una declassificazione dei comuni dalla zona a media sismicità alla zona a bassa sismica (da zona 2 a zona 3).

A tal proposito ha ritenuto opportuno, nel processo di declassificazione dei comuni, mantenere lo stesso livello di protezione assicurato dalle azioni sismiche della zona 2, provvedendo di conseguenza all'individuazione di una zona 3S. Il territorio comunale di Reggello è stato inserito in zona sismica 3S, mantenendo lo stesso livello di protezione della zona 2.

A distanza di sei anni dall'entrata in vigore della precedente classificazione sismica, la Regione Toscana ha provveduto all'aggiornamento della classificazione sismica del proprio territorio. La nuova mappa sismica è stata approvata con la delibera n. 878 dell'8 ottobre 2012. L'aggiornamento della classificazione sismica, redatto ai sensi dell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3519/2006, si è reso necessario al fine di recepire le novità introdotte dall'entrata in vigore delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC2008) e di rendere la classificazione sismica (riferimento per la disciplina dei controlli sui progetti depositati presso gli Uffici tecnici regionali preposti), maggiormente aderente all'approccio *sito-dipendente* introdotto dalle vigenti Norme. Il territorio comunale di Reggello passa da zona 3S a **zona 3 nella più recente classificazione regionale.**

Microzonazione sismica

Individua le risposte sismiche locali nell'ambito di una zona dell'ordine di grandezza di un comune o di una città metropolitana, fornendo informazioni di dettaglio relative agli effetti locali, ottimizzando quindi i dati rilevati tramite la macrozonazione.

Compito precipuo della microzonazione è quello di individuare terreni dinamicamente instabili e stimare le accelerazioni che si possono verificare in terreni dinamicamente stabili, poiché condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche particolari possono determinare variazioni nella risposta sismica locale e di conseguenza sulla pericolosità del sito.

NTC

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 – Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) e successivamente del D.M. 17 gennaio 2018 – Nuove norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito-dipendente" e non più tramite un criterio "zona-dipendente".

Secondo l'approccio "zona dipendente", adottato dalla precedenti normative nazionali in campo antisismico, l'accelerazione di base a_g , senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni, derivava direttamente dalla Zona sismica di appartenenza del comune nel cui territorio è localizzato il sito di progetto.

Pertanto, la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica. Pertanto, secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (tabella 1, allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Tale griglia è costituita da 10.751 nodi (distanziati di non più di 10 km) e copre l'intero territorio nazionale ad esclusione delle isole (tranne Sicilia, Ischia, Procida e Capri) dove, con metodologia e convenzioni analoghe vengono forniti parametri spettrali costanti per tutto il territorio (tabella 2, allegato B del D.M. 14 gennaio 2008); tale considerazione riguarda anche le isole dell'arcipelago toscano. La Toscana è interessata da 936 nodi.

Per ciascuno dei nodi della griglia vengono forniti, per 9 valori del periodo di ritorno (da 30 anni a 2.475 anni), i valori dei parametri a_g (espresso in $g/10$), F_0 (adimensionale) e T^*c (espresso in secondi) necessari per la definizione dell'azione sismica.

Secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008, definite le coordinate del sito interessato dal progetto, sarà possibile il calcolo dei suddetti parametri spettrali (per uno dei tempi di ritorno forniti) tramite media pesata con i 4 punti della griglia di accelerazioni (Tabella 1 in Allegato B) che comprendono il sito in esame. Qualora il tempo di ritorno richiesto sia differente da uno dei 9 tempi di ritorno forniti in tabella, sarà possibile ricavare il valore del parametro di interesse mediante interpolazione tra i valori dei parametri corrispondenti ai due tempi di ritorno (dei nove forniti per ognuno dei nodi del reticolo di riferimento) che comprendono il tempo di ritorno necessario.

A tale proposito sono state predisposte dal Servizio Sismico della Regione Toscana, le mappe di pericolosità relative alla distribuzione dei nodi della griglia per ciascuna delle dieci province.

Per ogni territorio comunale è riportata inoltre la classificazione sismica (Del. GRT n. 431 del 19 giugno 2006) sia in mappa che in forma tabellare. Infine, sempre in tabella, è illustrato a titolo indicativo anche il valore di accelerazione (a_{g475}), calcolato in corrispondenza della sede comunale.

Si ricorda che i valori di accelerazione vanno divisi per 10. Pertanto, i valori di accelerazione del settore nord del territorio comunale (Capoluogo) sono compresi tra 0,125 e 0,150 g, mentre ai restanti settori vengono attribuiti valori di accelerazione compresi tra 0,100 e 0,125 g.

L'attività di valutazione su un territorio (alla scala comunale) delle modificazioni apportate allo scuotimento del suolo dalle condizioni geologico-tecniche locali e dalle condizioni topografiche locali viene chiamata **microzonazione sismica (MS)**.

Tale attività rientra in un quadro più generale nei programmi di prevenzione e di mitigazione degli effetti di un terremoto, in cui è necessario individuare in via preliminare con criteri speditivi le zone a più elevato rischio sismico da sottoporre a studi particolareggiati.

Si definiscono “**condizioni locali di sito**”:

- la geologia e la geomorfologia locale;
- condizioni geotecniche e stratigrafiche locali;
- prossimità ad una faglia sismicamente attiva.

Le condizioni locali di sito sono responsabili degli effetti locali di sito che possono schematicamente essere così riassunti:

- modifica delle caratteristiche dello scuotimento rispetto a quanto definito in termini di pericolosità di base;
- fenomeni di instabilità del terreno.

Per ciò che attiene alla modifica del moto sismico, si tratta di definire la **pericolosità sismica locale**. Ciò comporta in generale un'amplificazione del moto sismico, la cui causa è riconducibile a motivi stratigrafici (presenza di depositi soffici poggianti su substrato roccioso), topografici (amplificazione del moto sismico lungo pendii o alla sommità di scarpate o pendii) oppure riferibile alla presenza di particolari geometrie sepolte, in grado di modificare le caratteristiche del moto sismico sia in termini di intensità sia per quanto concerne il contenuto spettrale.

Per quanto concerne i fenomeni di instabilità dei terreni e delle rocce gli aspetti rilevanti sono quelli che riguardano:

- liquefazione e/o densificazione dei depositi sabbiosi;
- eccessivi cedimenti e deformazioni permanenti del suolo;
- instabilità di pendio in terreni e roccia;
- attività di faglia.

Danni consistenti possono ricorrere quando la frequenza di risonanza di un terreno raggiunta durante un evento sismico corrisponde a quella propria dell'edificio (fenomeno della doppia risonanza).

La pericolosità di base è di norma definita mediante approccio di tipo probabilistico. In generale, per la determinazione della pericolosità di base è necessario definire:

- la sismicità storica;
- le zone sismogenetiche;
- le relazioni di attenuazione;
- le leggi di ricorrenza.

A tal fine è necessario raccogliere e interpretare dati e informazioni riguardanti la sismicità regionale, la sismo-tettonica, dati e registrazioni ottenuti da reti sismiche nazionali e locali.

Per quanto riguarda la stima della pericolosità sismica locale, essa è da ricondurre ad una serie di caratteri geologico-tecnici di un'area più o meno ampia che viene presa in esame. Tali caratteri geologico tecnici come è noto riguardano: la morfologia di superficie, la morfologia sepolta, le litologie, le caratteristiche fisico meccaniche, le condizioni idrogeologiche s.l. Queste condizioni infatti oltre ad essere causa di possibile amplificazione degli effetti sismici possono provocare i cosiddetti fenomeni indotti, quali: attivazione e rimobilizzazione di fenomeni gravitativi, liquefazione in terreni granulari saturi, deformazioni permanenti in terreni di fondazione.

La **valutazione degli effetti locali** di amplificazione del moto sismico e quindi la pericolosità sismica locale sono di norma valutati attraverso analisi di risposta sismica locale dei depositi di terreno.

A riguardo la normativa di riferimento (D.M. 14.09.2008) consente di valutare gli effetti locali di amplificazione del moto sismico sia in modo semplificato, sia con modalità analitiche più rigorose.

Uno degli aspetti più importanti di queste normative è quello di definire e di valutare l'amplificazione sismica dei terreni sulla base della definizione del parametro V_s , cioè della velocità delle onde di taglio.

2.3 MODELLAZIONE SISMICA

Per valutare se un'opera strutturale è sicura bisogna far riferimento a degli *stati limite*, che possono verificarsi durante un determinato *periodo di riferimento* della stessa opera. Quindi per poter stimare l'azione sismica, che dovrà essere utilizzata nelle verifiche agli stati limite o nella progettazione, bisognerà stabilire:

- in primo luogo la *vita nominale* dell'opera, che congiuntamente alla *classe d'uso*, permette di determinare quel *periodo di riferimento*;
- una volta definito il periodo di riferimento e i diversi stati limite da considerare, una volta definite le relative *probabilità di superamento*, è possibile stabilire il *periodo di ritorno* associato a ciascun stato limite;
- a questo punto è possibile definire la **pericolosità sismica di base** per il sito interessato alla realizzazione dell'opera, facendo riferimento agli studi condotti sul territorio nazionale dal Gruppo di Lavoro 2004 nell'ambito della convenzione-progetto S1 DPC-INGV 2004-2006 e i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006.

VITA NOMINALE, CLASSI D'USO E PERIODO DI RIFERIMENTO

Nelle NTC il periodo di riferimento, che non può essere inferiore a 35 anni, è dato dalla seguente relazione:

$$V_R = V_N \times C_U \quad (2.1)$$

dove:

$V_R = \text{periodo di riferimento}$

$V_N = \text{vita nominale}$

$C_U = \text{coefficiente d'uso}$

La vita nominale di un'opera strutturale V_N , secondo le NTC, è definita come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata e viene definita attraverso tre diversi valori, a seconda dell'importanza dell'opera e perciò delle esigenze di durabilità:

$V_N \leq 10$ anni per le opere provvisorie, provvisionali e le strutture in fase costruttiva che però abbiano una durata di progetto ≥ 2 anni.

$V_N \geq 50$ anni per le opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale.

$V_N \geq 100$ anni per grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica.

Nel caso specifico **$V_N = 50$ anni**.

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso. Le NTC prevedono quattro classi d'uso a ciascuna delle quali è associato un valore del coefficiente d'uso:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli. $C_U = 0.7$;

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. $C_U = 1.0$;

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso. $C_U = 1.5$;

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie, ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica. $C_U = 2.0$;

Nel caso in esame viene presa in considerazione la **classe d'uso II** a cui è associato il coefficiente d'uso **$C_U = 1$** .

Una volta ottenuti V_N e C_U , è possibile calcolare il periodo di riferimento V_R , che qui vale:

$V_R = 50 * 1 = 50$ anni.

STATI LIMITE, PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO E PERIODO DI RITORNO

Le NTC prendono in considerazione 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU). Uno stato limite è una condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

Più in particolare le opere e le varie tipologie strutturali devono essere dotate di capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio (sicurezza nei confronti di SLE) e di capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e di dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone o comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera (sicurezza nei confronti di SLU).

Gli stati limite di esercizio sono:

Stato Limite di Operatività (SLO): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;

Stato Limite di Danno (SLD): a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.

Gli stati limite ultimi sono:

Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV): a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;

Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC): a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

Le NTC, in presenza di azioni sismiche, richiedono le verifiche allo SLO solo per gli elementi non strutturali e per gli impianti di strutture di classi d'uso III e IV. Lo SLO si utilizza anche come riferimento progettuale per quelle opere che devono restare operative durante e subito dopo il terremoto. Le verifiche allo SLC sono, invece, richieste solo per le costruzioni o ponti con isolamento e/o dissipazione.

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento PVR*, ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento VR, si verifichi almeno un evento sismico ($n \geq 1$) di ag prefissata (ag = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza $\lambda = 1/TR$ (TR = periodo di ritorno).

Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento VR

Stati limite			PVR
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	81%

	Stato limite di danno	SLD	63%
Stati limite ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	10%
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	5%

Fissati VR e PVR associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica TR, espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'Allegato A delle NTC08:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra PVR (probabilità) e TR (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

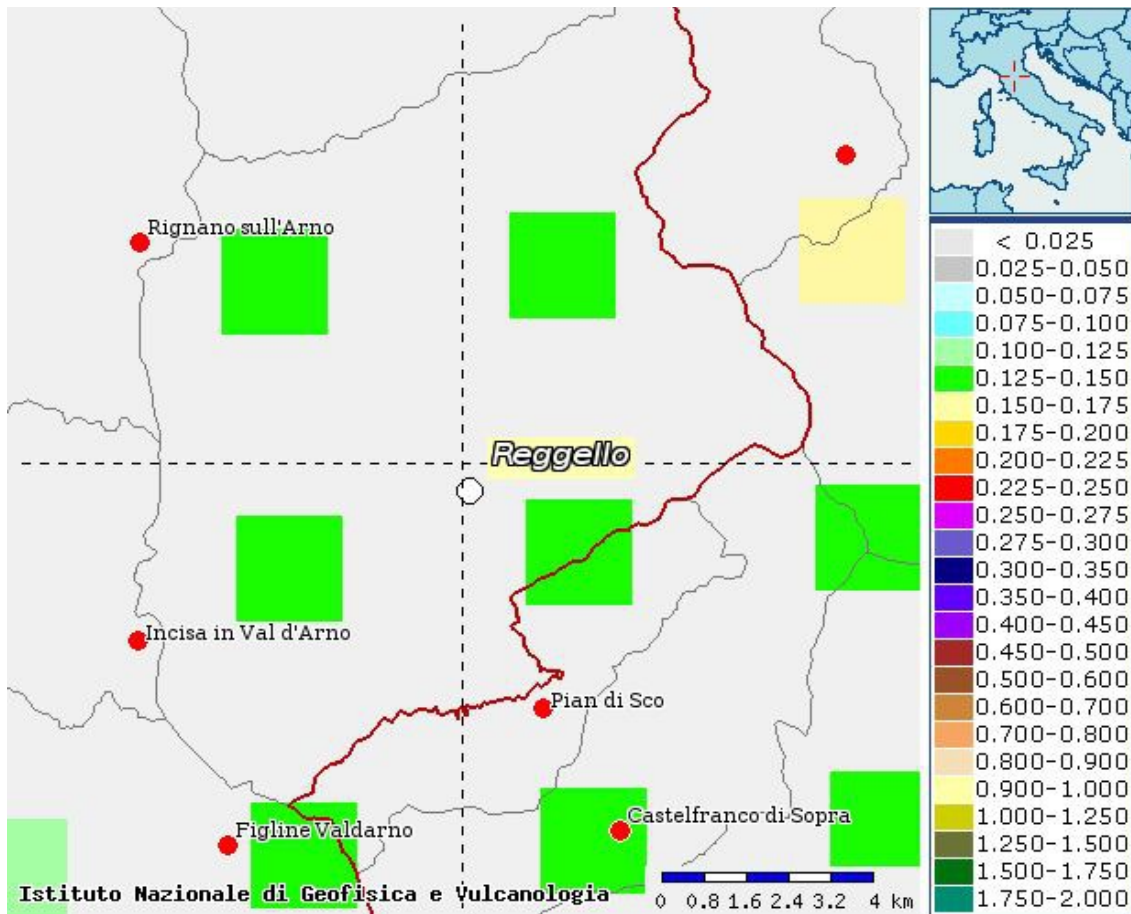
Poiché è **VR = 50 anni**, il tempo di ritorno TR sarà:

Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento VR

Stati limite			TR
Stati limite di esercizio	Stato limite di operatività	SLO	30
	Stato limite di danno	SLD	50
Stati limite ultimi	Stato limite di salvaguardia della vita	SLV	475
	Stato limite di prevenzione del collasso	SLC	975

2.4 PERICOLOSITA' SISMICA

In termini generali la pericolosità sismica dell'area di intervento è valutabile facendo riferimento agli studi condotti dal "Gruppo di Lavoro MPS, 2004" nell'ambito della "Convenzione - Progetto "S1" DPC - INGV 2004-2006" i cui risultati sono stati promulgati mediante l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (OPCM) 3519/2006 (cfr. Mappa MPS04).



Mapa di pericolosità sismica - Accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi ($V_s > 800$ m/s; cat.A) – da INGV

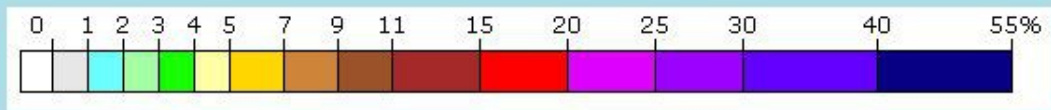
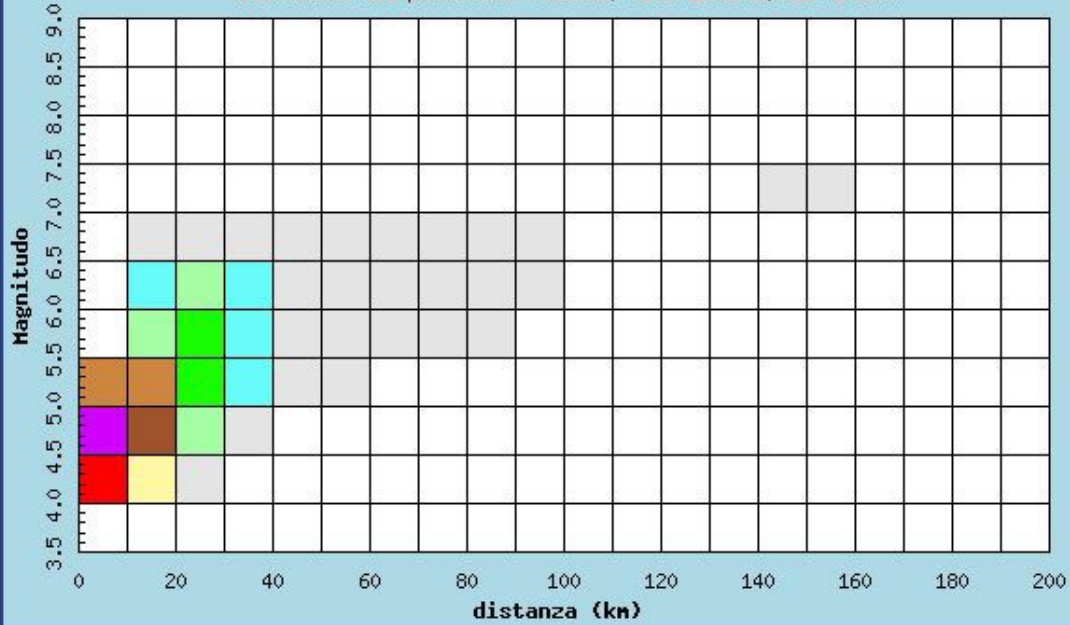
Per valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di sito viene operata la disaggregazione della pericolosità sismica. La disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) come l'evento di magnitudo M a distanza R dal sito di interesse, che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica dello stesso.

Dalla mappa di pericolosità sismica viene effettuata un'analisi della disaggregazione dei valori di $a(g)$ e per ogni nodo della griglia di calcolo è possibile valutare il contributo percentuale alla stima di pericolosità fornito da tutte le possibili coppie di valori di magnitudo e distanza.

Questa informazione è riportata sia in forma grafica che in forma tabellare.

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
 Disaggregazione del valore di $a(g)$ con probabilita' di eccedenza
 del 10% in 50 anni

(Coordinate del punto lat: 43.6689, lon: 11.5549, ID: 20507)



Contributo percentuale alla pericolosita'

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.6689, lon: 11.5549, ID: 20507)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	19.700	24.600	7.640	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	4.960	10.900	7.560	2.850	1.730	0.230	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.191	2.270	3.950	3.280	2.590	0.400	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.042	1.060	1.630	1.470	0.254	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.204	0.853	0.656	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.006	0.243	0.344	0.022	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.160	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.060	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.014	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Questo tipo di analisi è utile nell'individuazione della sorgente sismogenetica che contribuisce maggiormente a produrre il valore di scuotimento stimato in termini probabilistici.

La Magnitudo media riferibile all'area di intervento è pari a 4,96.

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.960	12.800	1.160

Dove ϵ rappresenta il numero di deviazioni standard per cui lo scuotimento (logaritmico) devia dal valore mediano predetto da una data legge di attenuazione dati M ed R.

DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse, per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale massima (ag) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base le NTC si rifanno ad una procedura basata sui risultati disponibili anche sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione “Mappe interattive della pericolosità sismica”.

Secondo le NTC le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno TR (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'Allegato A alle NTC08:

ag = accelerazione orizzontale massima;

Fo = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

TC* = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

ag, il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

Fo e TC* i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti nella seguente tabella, contenuta nell'Allegato B delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

ID	LON	LAT	TR = 30			TR = 50			TR = 72			TR = 101		
			ag	F0	T*c	ag	F0	T*c	ag	F0	T*c	ag	F0	T*c
13111	6.5448	45.1340	0.263	2.500	0.180	0.340	2.510	0.210	0.394	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13333	6.5506	45.0850	0.264	2.490	0.180	0.341	2.510	0.210	0.395	2.550	0.220	0.469	2.490	0.240
13555	6.5564	45.0350	0.264	2.500	0.180	0.340	2.510	0.200	0.393	2.550	0.220	0.466	2.500	0.240
13777	6.5621	44.9850	0.263	2.500	0.180	0.338	2.520	0.200	0.391	2.550	0.220	0.462	2.510	0.240
12890	6.6096	45.1880	0.284	2.460	0.190	0.364	2.510	0.210	0.431	2.500	0.220	0.509	2.480	0.240
13112	6.6153	45.1390	0.286	2.460	0.190	0.366	2.510	0.210	0.433	2.500	0.220	0.511	2.480	0.240
13334	6.6210	45.0890	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.434	2.500	0.220	0.511	2.490	0.240
13556	6.6268	45.0390	0.288	2.460	0.190	0.367	2.510	0.210	0.433	2.510	0.220	0.510	2.490	0.240
13778	6.6325	44.9890	0.288	2.460	0.190	0.366	2.520	0.210	0.430	2.510	0.220	0.507	2.500	0.240
14000	6.6383	44.9390	0.286	2.470	0.190	0.363	2.520	0.210	0.426	2.520	0.220	0.502	2.500	0.240
14222	6.6439	44.8890	0.284	2.470	0.190	0.360	2.530	0.210	0.421	2.530	0.220	0.497	2.500	0.240
12891	6.6803	45.1920	0.306	2.430	0.200	0.389	2.500	0.210	0.467	2.470	0.230	0.544	2.490	0.230
10228	6.6826	45.7940	0.283	2.420	0.200	0.364	2.460	0.220	0.430	2.460	0.240	0.505	2.440	0.250
13113	6.6860	45.1430	0.309	2.430	0.200	0.391	2.510	0.210	0.470	2.470	0.230	0.546	2.490	0.230
10450	6.6885	45.7450	0.278	2.440	0.200	0.356	2.480	0.220	0.415	2.500	0.230	0.485	2.470	0.250
13335	6.6915	45.0930	0.310	2.430	0.200	0.392	2.510	0.210	0.470	2.480	0.230	0.546	2.500	0.230
10672	6.6942	45.6950	0.275	2.450	0.200	0.351	2.490	0.210	0.406	2.520	0.230	0.475	2.490	0.250
13557	6.6973	45.0430	0.311	2.440	0.200	0.392	2.520	0.210	0.469	2.480	0.230	0.545	2.500	0.230
13779	6.7029	44.9930	0.310	2.440	0.200	0.391	2.520	0.210	0.467	2.480	0.230	0.543	2.500	0.230

Stralcio della tabella contenuta nell'Allegato B delle NTC08, che fornisce i 3 parametri di pericolosità sismica, per diversi periodi di ritorno e per ogni nodo del reticolo che viene identificato da un ID e dalle coordinate geografiche.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno TR corrispondente alla VR e PVR fissate, il valore del generico parametro p ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'Allegato A alle NTC08:

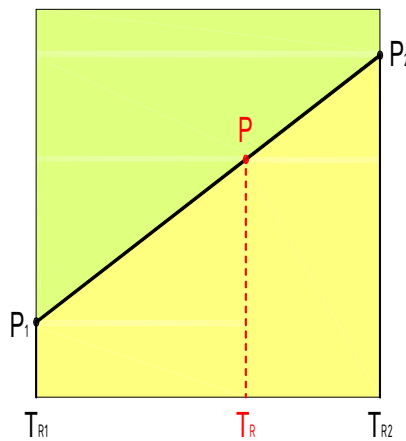
$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (ag, Fo, TC*) corrispondente al periodo di ritorno T_R desiderato, mentre $p_1, 2$ è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno $T_{R1}, 2$.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri p possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando l'espressione dell'Allegato A alle NTC08:

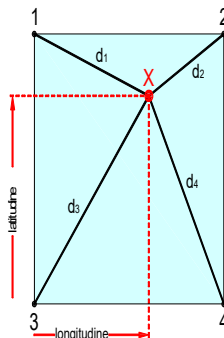
$$p = \frac{\sum_{i=1}^4 \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^4 \frac{1}{d_i}} \quad (4.2)$$

nella quale p è il valore del parametro di interesse (ag, Fo, TC*) corrispondente al punto considerato, p_i è il valore di tale parametro nell' i -esimo vertice della maglia elementare contenente il punto in esame e d_i è la distanza del punto in esame dall' i -esimo vertice della suddetta maglia.



Interpolazione dei periodi di ritorno, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

La procedura per interpolare le coordinate geografiche è schematizzata nella figura che segue.



Interpolazione delle coordinate geografiche, per ottenere i parametri di pericolosità sismica, in accordo alla procedura delle NTC08.

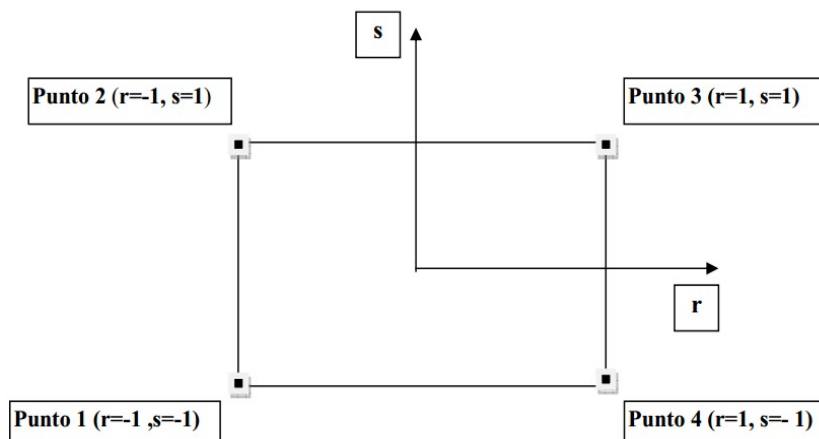
Pertanto per poter procedere all'interpolazione delle coordinate geografiche, in accordo alla procedura delle NTC08, bisogna calcolare le distanze che intercorrono tra i 4 punti del reticolo e il punto di interesse. Questo calcolo può essere eseguito approssimativamente utilizzando le formule della trigonometria sferica, che danno la distanza geodetica tra due punti, di cui siano note le coordinate geografiche. Utilizzando quindi il teorema di Eulero, la distanza d tra due punti, di cui siano note latitudine e longitudine, espresse però in radianti, si ottiene dall'espressione seguente:

$$d = R \cdot \arccos[\sin(lat\beta) \cdot \sin(lata) + \cos(lat\beta) \cdot \cos(lata) \cdot \cos(lon\alpha - lon\beta)] \quad (4.3)$$

dove $R = 6371$ è il raggio medio terrestre in km, mentre $lata$, $lon\alpha$, $lat\beta$ e $lon\beta$ sono la latitudine e la longitudine, espresse in radianti, di due punti A e B di cui si vuole calcolare la distanza.

La formula di interpolazione sopra proposta, semplice da usare, presenta però l'inconveniente di condurre a valori di pericolosità lievemente diversi per punti affacciati ma appartenenti a maglie contigue. La modestia delle differenze (scostamenti in termini di PGA dell'ordine di $\pm 0,01g$ ossia della precisione dei dati) a fronte della semplicità d'uso, rende tale stato di cose assolutamente accettabile.

Qualora si vogliano rappresentazioni continue della funzione interpolata, si dovrà ricorrere a metodi di interpolazione più complessi, ad esempio i polinomi di Lagrange.



Applicazione dell'interpolazione bilineare.

Definiti i 4 vertici di una generica maglia i polinomi di Lagrange sono così determinati:

$$h_1 = (1 - r)(1 - s)/4 \quad (4.4)$$

$$h_2 = (1 - r)(1 + s)/4 \quad (4.5)$$

$$h_3 = (1 + r)(1 + s)/4 \quad (4.6)$$

$$h_4 = (1 + r)(1 - s)/4 \quad (4.7)$$

Tra le coordinate x, y di un punto generico e le coordinate r, s dello stesso punto valgono le seguenti relazioni:

$$4x = \sum_{i=1}^4 h_i x_i = [(1 - r)(1 - s)x_1 + (1 - r)(1 + s)x_2 + (1 + r)(1 + s)x_3 + (1 + r)(1 - s)x_4] \quad (4.8)$$

$$4y = \sum_{i=1}^4 h_i y_i = [(1 - r)(1 - s)y_1 + (1 - r)(1 + s)y_2 + (1 + r)(1 + s)y_3 + (1 + r)(1 - s)y_4] \quad (4.9)$$

La soluzione del sistema di equazioni non lineari è ottenuta iterativamente e, tramite i valori di r ed s, si determinano i parametri a_g , F_0 , T_c^* dall'equazione:

$$4p = \sum_{i=1}^4 h_i p_i = [(1-r)(1-s)p_1 + (1-r)(1+s)p_2 + (1+r)(1+s)p_3 + (1+r)(1-s)p_4] \quad (4.10)$$

Dove p rappresenta il parametro cercato.

PERICOLOSITA' SISMICA DI SITO

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono. Per la singola opera o per il singolo sistema geotecnico la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti, rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2).

COEFFICIENTI SISMICI

I coefficienti sismici orizzontale K_h e verticale K_v dipendono del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi e del tipo di opera da calcolare. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno (TR) dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$TR = -VR / \ln(1 - PVR)$$

Con VR vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso VR non può essere inferiore a 35 anni.

STABILITA' DEI PENDII DI FONDAZIONE

Nel caso di stabilità dei pendii i coefficienti K_h e K_v sono così determinati:

$$K_h = \beta_s \times (a_{max}/g)$$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_h$$

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

a_{max} accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g accelerazione di gravità.

I valori di β_s sono riportati nella seguente tabella.

Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa al sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$a_{max} = S S S T a_g$

SS (effetto di amplificazione stratigrafica) ($0.90 \leq S_s \leq 1.80$) è funzione di F0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

ST (effetto di amplificazione topografica), varia con il variare delle quattro categorie topografiche:

T1: ST = 1.0; T2: ST = 1.20; T3: ST = 1.2; T4: ST = 1.40.

2.5 VERIFICHE DI PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE E DI SITO

Reggello capoluogo

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]
Tipo di interpolazione:	Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	43,682515 [°]
Longitudine (WGS84):	11,534115 [°]
Latitudine (ED50):	43,683472 [°]
Longitudine (ED50):	11,535090 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20506	43,6677	11,4858	4335,244
2	20507	43,6689	11,5549	2272,826
3	20285	43,7189	11,5533	4197,600
4	20284	43,7177	11,4842	5588,837

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	a_g [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,546	0,256
SLD	50	0,058	2,581	0,273
SLV	475	0,134	2,435	0,306
SLC	975	0,172	2,397	0,314

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,014	0,039	0,049
kv	0,006	0,007	0,019	0,025
amax [m/s ²]	0,571	0,684	1,579	2,021
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Cancelli

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,687727 [°]

Longitudine (WGS84): 11,512569 [°]

Latitudine (ED50): 43,688684 [°]

Longitudine (ED50): 11,513544 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20506	43,6677	11,4858	3227,941
2	20507	43,6689	11,5549	3987,387
3	20285	43,7189	11,5533	4632,061
4	20284	43,7177	11,4842	3997,710

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,048	2,547	0,256
SLD	50	0,058	2,582	0,272
SLV	475	0,134	2,435	0,306
SLC	975	0,171	2,397	0,313

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,014	0,039	0,049
kv	0,006	0,007	0,019	0,025
amax [m/s ²]	0,569	0,682	1,576	2,017
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Pietrapiana

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]
 Classe d'uso: II
 Coefficiente d'uso (Cu): 1
 Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,696540 [°]
 Longitudine (WGS84): 11,530251 [°]
 Latitudine (ED50): 43,697496 [°]
 Longitudine (ED50): 11,531226 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20284	43,7177	11,4842	4398,539
2	20285	43,7189	11,5533	4632,061
3	20507	43,6689	11,5549	3987,387

4	20506	43,6677	11,4858	3227,941
---	-------	---------	---------	----------

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,544	0,256
SLD	50	0,059	2,579	0,273
SLV	475	0,135	2,439	0,306
SLC	975	0,173	2,399	0,314

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,014	0,039	0,050
kv	0,006	0,007	0,019	0,025
amax [m/s ²]	0,575	0,689	1,589	2,037
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

San Donato in Fronzano

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,712487 [°]

Longitudine (WGS84): 11,518149 [°]

Latitudine (ED50): 43,713444 [°]

Longitudine (ED50): 11,519125 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20284	43,7177	11,4842	2848,101
2	20285	43,7189	11,5533	2809,491
3	20507	43,6689	11,5549	5728,809
4	20506	43,6677	11,4858	5747,853

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,542	0,256
SLD	50	0,059	2,577	0,273
SLV	475	0,135	2,443	0,306
SLC	975	0,174	2,399	0,314

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,014	0,039	0,050
kv	0,006	0,007	0,019	0,025
amax [m/s ²]	0,577	0,691	1,593	2,043
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Saltino

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	43,729296 [°]
Longitudine (WGS84):	11,537974 [°]
Latitudine (ED50):	43,730252 [°]
Longitudine (ED50):	11,538949 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20284	43,7177	11,4842	4617,204
2	20285	43,7189	11,5533	1711,379
3	20063	43,7689	11,5517	4412,397
4	20062	43,7677	11,4825	6154,713

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,051	2,528	0,256
SLD	50	0,062	2,554	0,273
SLV	475	0,143	2,442	0,305
SLC	975	0,184	2,404	0,314

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,012	0,015	0,041	0,053
kv	0,006	0,007	0,021	0,026
amax [m/s ²]	0,602	0,727	1,686	2,161
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Tosi

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,749821 [°]
 Longitudine (WGS84): 11,531964 [°]
 Latitudine (ED50): 43,750777 [°]
 Longitudine (ED50): 11,532940 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20062	43,7677	11,4825	4465,673
2	20063	43,7689	11,5517	2511,671
3	20285	43,7189	11,5533	3906,841
4	20284	43,7177	11,4842	5373,561

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,052	2,524	0,257
SLD	50	0,063	2,544	0,272
SLV	475	0,147	2,431	0,303
SLC	975	0,188	2,401	0,313

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,017	0,020	0,056	0,068
kv	0,008	0,010	0,028	0,034
amax [m/s ²]	0,813	0,987	2,306	2,761
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Vallombrosa

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]
Tipo di interpolazione:	Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	43,732397 [°]
Longitudine (WGS84):	11,557800 [°]
Latitudine (ED50):	43,733352 [°]
Longitudine (ED50):	11,558775 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20285	43,7189	11,5533	1711,379
2	20286	43,7200	11,6225	5329,784
3	20064	43,7700	11,6209	6439,762
4	20063	43,7689	11,5517	4412,397

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,053	2,520	0,257
SLD	50	0,064	2,536	0,273
SLV	475	0,150	2,426	0,304
SLC	975	0,192	2,404	0,312

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,013	0,015	0,043	0,055
kv	0,006	0,008	0,022	0,028
amax [m/s ²]	0,619	0,754	1,770	2,257
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Donnini

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]
Tipo di interpolazione:	Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	43,732210 [°]
Longitudine (WGS84):	11,500807 [°]
Latitudine (ED50):	43,733166 [°]
Longitudine (ED50):	11,501783 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20284	43,7177	11,4842	2226,794
2	20285	43,7189	11,5533	4432,501
3	20063	43,7689	11,5517	5640,822
4	20062	43,7677	11,4825	4138,533

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,051	2,531	0,256
SLD	50	0,061	2,558	0,272
SLV	475	0,142	2,440	0,305
SLC	975	0,182	2,401	0,314

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,016	0,020	0,054	0,066
kv	0,008	0,010	0,027	0,033
amax [m/s ²]	0,794	0,959	2,225	2,708
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Ciliegì

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	43,665375 [°]
Longitudine (WGS84):	11,459027 [°]
Latitudine (ED50):	43,666333 [°]
Longitudine (ED50):	11,460003 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20505	43,6665	11,4167	3480,732
2	20506	43,6677	11,4858	2079,088
3	20728	43,6177	11,4874	5836,762
4	20727	43,6165	11,4184	6471,094

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,046	2,568	0,256
SLD	50	0,055	2,601	0,269
SLV	475	0,128	2,400	0,303
SLC	975	0,162	2,394	0,310

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,015	0,017	0,049	0,061
kv	0,007	0,009	0,025	0,031
amax [m/s ²]	0,714	0,857	2,002	2,497
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

San Clemente

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]
Classe d'uso: II
Coefficiente d'uso (Cu): 1
Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,720144 [°]
Longitudine (WGS84): 11,455508 [°]
Latitudine (ED50): 43,721100 [°]
Longitudine (ED50): 11,456485 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20283	43,7165	11,4150	3369,832
2	20284	43,7177	11,4842	2257,548
3	20062	43,7677	11,4825	5585,051
4	20061	43,7665	11,4133	6123,425

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
--------------	--------------	-----------	-----------	------------

SLO	30	0,049	2,542	0,256
SLD	50	0,059	2,576	0,272
SLV	475	0,135	2,437	0,305
SLC	975	0,174	2,395	0,313

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,016	0,019	0,052	0,064
kv	0,008	0,009	0,026	0,032
amax [m/s ²]	0,765	0,919	2,126	2,622
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Sant'Ellero

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,739062 [°]

Longitudine (WGS84): 11,469800 [°]

Latitudine (ED50): 43,740018 [°]

Longitudine (ED50): 11,470777 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20283	43,7165	11,4150	5186,241
2	20284	43,7177	11,4842	2705,280
3	20062	43,7677	11,4825	3216,708
4	20061	43,7665	11,4133	5474,486

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,049	2,538	0,255
SLD	50	0,059	2,571	0,272
SLV	475	0,137	2,439	0,306
SLC	975	0,176	2,398	0,314

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: E - Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,016	0,019	0,053	0,065
kv	0,008	0,009	0,026	0,033
amax [m/s ²]	0,774	0,931	2,153	2,657
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Montanino

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,658063 [°]

Longitudine (WGS84): 11,485269 [°]

Latitudine (ED50): 43,659021 [°]

Longitudine (ED50): 11,486245 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20506	43,6677	11,4858	968,008
2	20507	43,6689	11,5549	5628,693
3	20729	43,6189	11,5565	7199,938

4	20728	43,6177	11,4874	4592,290
---	-------	---------	---------	----------

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,047	2,560	0,257
SLD	50	0,056	2,596	0,271
SLV	475	0,130	2,411	0,305
SLC	975	0,165	2,393	0,312

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,013	0,037	0,047
kv	0,006	0,007	0,019	0,024
amax [m/s ²]	0,547	0,655	1,524	1,938
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Leccio

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,698553 [°]

Longitudine (WGS84): 11,464606 [°]

Latitudine (ED50): 43,699510 [°]

Longitudine (ED50): 11,465583 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20283	43,7165	11,4150	4480,401
2	20284	43,7177	11,4842	2515,053
3	20506	43,6677	11,4858	3890,126
4	20505	43,6665	11,4167	5375,612

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,047	2,554	0,256
SLD	50	0,057	2,589	0,271
SLV	475	0,131	2,421	0,305
SLC	975	0,168	2,392	0,312

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,014	0,038	0,048
kv	0,006	0,007	0,019	0,024
amax [m/s ²]	0,555	0,665	1,545	1,971
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Vaggio

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	43,640794 [°]
Longitudine (WGS84):	11,507710 [°]
Latitudine (ED50):	43,641752 [°]
Longitudine (ED50):	11,508685 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20728	43,6177	11,4874	3173,272
2	20729	43,6189	11,5565	4609,480
3	20507	43,6689	11,5549	4786,527
4	20506	43,6677	11,4858	3425,400

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,046	2,562	0,257
SLD	50	0,056	2,598	0,271
SLV	475	0,129	2,412	0,305
SLC	975	0,164	2,395	0,311

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,013	0,037	0,047
kv	0,006	0,007	0,019	0,024
amax [m/s ²]	0,546	0,654	1,518	1,933
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Matassino

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]
 Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 43,625483 [°]
 Longitudine (WGS84): 11,483765 [°]
 Latitudine (ED50): 43,626441 [°]
 Longitudine (ED50): 11,484740 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20727	43,6165	11,4184	5452,649
2	20728	43,6177	11,4874	992,103
3	20506	43,6677	11,4858	4590,669
4	20505	43,6665	11,4167	7056,608

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,573	0,256
SLD	50	0,054	2,606	0,269
SLV	475	0,126	2,397	0,304
SLC	975	0,161	2,398	0,309

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,016	0,045	0,057
kv	0,007	0,008	0,023	0,028
amax [m/s ²]	0,663	0,795	1,858	2,315
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Prulli

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]
Tipo di interpolazione:	Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	43,649337 [°]
Longitudine (WGS84):	11,466256 [°]
Latitudine (ED50):	43,650296 [°]
Longitudine (ED50):	11,467232 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20505	43,6665	11,4167	4444,762
2	20506	43,6677	11,4858	2445,426
3	20728	43,6177	11,4874	3968,291
4	20727	43,6165	11,4184	5435,235

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,569	0,256
SLD	50	0,054	2,602	0,269
SLV	475	0,127	2,399	0,303
SLC	975	0,162	2,395	0,310

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,016	0,046	0,057
kv	0,007	0,008	0,023	0,029
amax [m/s ²]	0,668	0,801	1,872	2,332
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Area di Fondovalle – Le Fornaci

PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Vita nominale (Vn):	50 [anni]
Classe d'uso:	II
Coefficiente d'uso (Cu):	1
Periodo di riferimento (Vr):	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLO:	30 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD:	50 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV:	475 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC:	975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84):	43,636913 [°]
Longitudine (WGS84):	11,470203 [°]
Latitudine (ED50):	43,637871 [°]
Longitudine (ED50):	11,471178 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	20727	43,6165	11,4184	4865,959
2	20728	43,6177	11,4874	2592,430
3	20506	43,6677	11,4858	3520,723
4	20505	43,6665	11,4167	5415,771

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC08, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,045	2,566	0,256
SLD	50	0,054	2,604	0,269
SLV	475	0,127	2,397	0,303
SLC	975	0,161	2,397	0,309

PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000

Categoria sottosuolo: C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Categoria topografica: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Coefficienti sismici stabilità di pendii e fondazioni

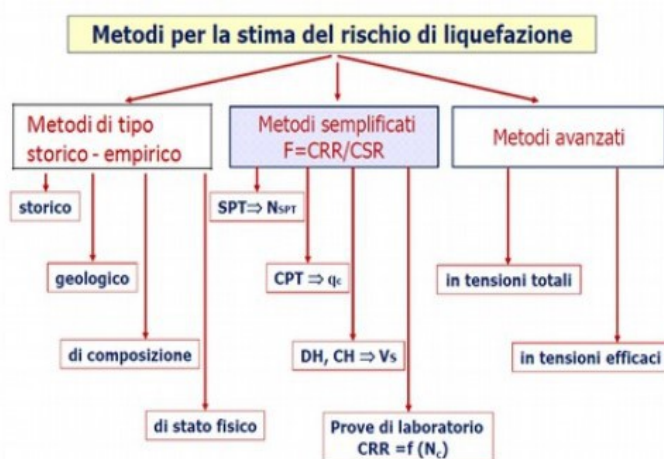
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,014	0,016	0,046	0,057
kv	0,007	0,008	0,023	0,028
amax [m/s ²]	0,665	0,797	1,864	2,323
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

2.6 LIQUEFAZIONE – BASE TEORICA E VERIFICA PER LOCALITA'

I siti in cui si possa prevedere la realizzazione di edifici e/o manufatti dovranno risultare stabili per quanto concerne fenomeni di liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni non coesivi saturi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni, incrementi indotti nei pali.



Assumendo per la stima del rischio di liquefazione i **metodi semplificati**, tra questi si privilegia quello basato sui risultati delle prove CPT, ossia un Metodo semplificato/quantitativo di tipo semi/empirico utilizzando il **Metodo di Robertson e Wride (1997)**.

Si utilizzano nel caso di specie i risultati di prove penetrometriche statiche meccaniche (CPTm), le uniche rinvenute negli archivi comunali. Sebbene sia invalso nel nostro Paese l'uso del penetrometro elettrico (CPTe), non avendo dati derivati da tale prova, si applicano le procedure delle stesse alle (CPTm). Nel caso esaminato,

tuttavia, la valutazione del potenziale di liquefazione sismica, generalmente sottostimata rispetto alle CPTe, appare molto verosimilmente realistica, specie nell'ambito della prima decina di metri di profondità.

Il 'metodo di Robertson e Wride' è basato sui risultati di prove CPT (*Cone Penetration Test*) ed utilizza l'indice di comportamento per il tipo di suolo I_c che viene calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$I_c = \left[(3,47 - \log_{10} Q)^2 + (\log_{10} R_f + 1,22)^2 \right]^{0,5} \quad (5.0a)$$

$$Q = \frac{q_c - \sigma_{vo}}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.0b)$$

$$R_f = \frac{f_s}{q_c - \sigma_{vo}} 100 \quad (5.0c)$$

dove:

q_c è la resistenza alla punta misurata

Pa è la tensione di riferimento (1 atmosfera) nelle stesse unità di σ'_{vo}

f_s è l'attrito del manicotto

n è un'esponente che dipende dal tipo di suolo.

Inizialmente si assume $n = 1$, come per un suolo argilloso e si procede al calcolo di I_c con la (5.0a).

Se $I_c > 2,6$ il suolo è probabilmente di tipo argilloso e l'analisi si ferma. Il terreno non si considera a rischio di liquefazione.

Se $I_c \leq 2,6$, vuol dire che l'ipotesi assunta è errata, il suolo è di natura granulare, Q verrà ricalcolato utilizzando la (5.0a) usando come esponente $n = 0,5$.

Se è ancora $I_c \leq 2,6$, significa che l'ipotesi è giusta e il suolo è probabilmente non plastico e granulare.

Se invece $I_c > 2,6$, vuol dire che l'ipotesi è di nuovo errata e il suolo è probabilmente limoso. Q deve essere nuovamente ricalcolato dalla (2.8b) ponendo $n = 0,75$.

Calcolato I_c , si procede con la correzione della resistenza alla punta misurata q_c mediante la seguente espressione:

$$q_{c1N} = \frac{q_c}{Pa} \left(\frac{Pa}{\sigma'_{vo}} \right)^n \quad (5.1)$$

dove l'esponente di sforzo n è lo stesso utilizzato nel calcolo di I_c .

La correzione alla resistenza alla punta dovuta al contenuto di materiale fine viene determinata dalla seguente procedura:

Robertson e Wride classico

$$(q_{c1N})_{cs} = K_c q_{c1N} \quad (5.2a)$$

$$K_c = -0,403 I_c^4 + 5,581 I_c^3 - 21,63 I_c^2 + 33,75 I_c - 17,88 \quad (5.2b)$$

Robertson e Wride modificato

$$(q_{c1N})_{cs} = q_{c1N} + \Delta q_{c1N} \quad (5.3a)$$

$$\Delta q_{c1N} = \frac{K_c}{1 - K_c} q_{c1N} \quad (5.3b)$$

dove K_c dipende dal contenuto di fine, FC (%):

$$\begin{aligned} K_c &= 0 && \text{per } FC \leq 5 \\ K_c &= 0,0267(FC - 5) && \text{per } 5 < FC \leq 35 \\ K_c &= 0,8 && \text{per } FC > 35 \end{aligned}$$

FC (%) viene calcolato mediante l'espressione seguente:

$$FC (\%) = 1,75 (I_C)^{3,25} - 3,7 \quad (5.4)$$

La resistenza alla liquefazione per una magnitudo pari a 7,5 (**CRR7,5**) si calcola con le espressioni seguenti:
se $(q_{c1N})_{cs} < 50$

$$CRR = 0,833 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right] + 0,05 \quad (5.5)$$

se $50 \leq (q_{c1N})_{cs} < 160$

$$CRR = 93 \left[\frac{(q_{c1N})_{cs}}{1000} \right]^3 + 0,08 \quad (5.6)$$

Il Rapporto di Tensione Ciclica per eventi sismici di magnitudo 7,5 (**CSR7,5**) si determina dalla seguente espressione:

$$\frac{\tau_{av}}{\sigma_{vo}} = CSR_{7,5} = 0,65 \frac{a_g}{g} \frac{\sigma_{vo}}{\sigma_{vo}} r_d \quad (5.7)$$

Per magnitudo diverse occorre introdurre il fattore correttivo **MSF** (*Magnitude Scaling Factor*) come raccomandato dal **NCEER** (vedi tabella)

$$CSR = \frac{CSR_{7,5}}{MSF} \quad (5.8)$$

Magnitudo	Seed H.B. & Idriss I.M. (1982)	Ambraseys N.N (1988)	NCEER (Seed R. B. et alii) (1997; 2003)
5,5	1,43	2,86	2,21
6,0	1,32	2,20	1,77
6,5	1,19	1,69	1,44
7,0	1,08	1,30	1,19
7,5	1,00	1,00	1,00
8,0	0,94	0,67	0,84
8,5	0,89	0,44	0,73

Fattore di scala della magnitudo derivato da diversi ricercatori

Per determinare il valore del coefficiente riduttivo **rd** vengono utilizzate le formule raccomandate da un gruppo di esperti del **NCEER** (*National Center for Earthquake Engineering Research*):

per $z < 9,15$ m

$$r_d = 1,0 - 0,00765 z \quad (5.9)$$

per $9,15 \leq z < 23$ m

$$r_d = 1,174 - 0,00267 z \quad (5.10)$$

Il fattore di sicurezza alla liquefazione **FS** viene determinato dalla relazione:

$$FS = \frac{CRR}{CSR} \quad (5.11)$$

mentre l'indice e il rischio di liquefazione vengono calcolati con il metodo di **Iwasaki et alii** (1978; 1984).

Vengono di seguito riportate le verifiche eseguite per ciascuna frazione di interesse degli studi di microzonazione prendendo in esame i settori laddove vi è la presenza nel sottosuolo di terreni potenzialmente liquefacibili e specifiche indagini geognostiche di riferimento (prove penetrometriche Cpt significative).

Reggello capoluogo

Prova di riferimento: 35_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25
 Profondità falda idrica 1 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu_{30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Morfologia: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.2
 Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1
 Magnitudo momento sismico (Mw) 5.65
 Peak ground acceleration (PGA) 0.1575

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0.4	0.6	19.5	21.5	0	0	5393	147	0
2	0.6	1.2	19	21	0	0	1797.55	58.84	0

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.62

Rischio	Indice di liquefazione	Suscettibilità di liquefazione	Coefficiente di sicurezza F_s	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla punta corretta q_c (KPa)	Correzione per la pressione litostatica efficace α	Indice di comportamento I_c	Attrito laterale normalizzato $F_{l\%}$	Resistenza alla punta normalizzata Q	Pressione verticale effettiva (KPa)	Pressione litostatica totale (KPa)	Profondità dal p.c. (m)
Molto basso	11.64	Si	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.20

IPL (Iwasaki)=0 Z_{crit} =20 m Rischio = Molto basso

Leccio – loc. Casaccia

Prova di riferimento: 21_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25
 Profondità falda idrica 3.0 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu_{30} maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.2
 Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1
 Magnitudo momento sismico (Mw) 5.65
 Peak ground acceleration (PGA) 0.1546

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza q_c (KPa)	Resistenza attrito laterale f_s (KPa)	Velocità onde di taglio V_s (m/s)
1	0.8	2	19	21	0	0	1241.62	59	0
2	2	2.4	19	21	0	0	490	46.1	0
3	2.4	3.6	19	21	0	0	980.7	49	0
4	3.6	5	19.5	21.5	0	0	2794.9	150	0
5	5	9.6	20	22	0	0	3857	294	0

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.62

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato $F_{l\%}$	Indice di comportamento I_c	Correzione per la pressione litostatica α	Resistenza alla punta corretta q_c (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza F_s	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
3.20	61.40	59.439	15.466	5.330	2.998	1.6824	110.99	0.976	0.207	0.091	2.281	No	0	Molto basso
3.40	65.700	61.777	14.811	5.355	3.014	1.6187	109.57	0.974	0.202	0.093	2.167	No	0	Molto basso
3.60	70.000	64.116	14.204	5.380	3.029	1.5596	108.24	0.972	0.198	0.096	2.068	No	0	Molto basso

3.80	74.300	66.455	40.939	5.513	2.702	1.5047	168.56	0.971	0.525	0.098	5.369	No	0	Molto basso
4.00	78.600	68.793	39.485	5.522	2.713	1.4536	166.22	0.969	0.507	0.100	5.079	No	0	Molto basso
4.20	82.900	71.132	38.126	5.531	2.724	1.4058	164.00	0.968	0.490	0.102	4.821	No	0	Molto basso
4.40	87.300	73.571	36.803	5.540	2.735	1.3592	161.80	0.966	0.474	0.103	4.585	No	0	Molto basso
4.60	91.700	76.009	35.564	5.549	2.746	1.3156	159.71	0.965	0.459	0.105	4.374	No	0	Molto basso
4.80	96.100	78.448	34.402	5.558	2.757	1.2747	157.73	0.963	0.445	0.106	4.183	No	0	Molto basso
5.00	100.50	80.887	33.311	5.567	2.767	1.2362	155.84	0.962	0.432	0.108	4.011	No	0	Molto basso
5.20	104.90	83.325	45.030	7.836	2.787	1.2001	216.50	0.960	1.024	0.109	9.395	No	0	Molto basso
5.40	109.30	85.764	43.698	7.845	2.796	1.1659	213.70	0.959	0.988	0.110	8.968	No	0	Molto basso
5.60	113.70	88.203	42.440	7.854	2.805	1.1337	211.03	0.957	0.954	0.111	8.578	No	0	Molto basso
5.80	118.10	90.641	41.249	7.863	2.813	1.1032	208.47	0.956	0.923	0.112	8.221	No	0	Molto basso
6.00	122.50	93.080	40.121	7.873	2.822	1.0743	206.03	0.954	0.893	0.113	7.892	No	0	Molto basso
6.20	126.90	95.519	39.051	7.882	2.830	1.0469	203.68	0.953	0.866	0.114	7.590	No	0	Molto basso
6.40	131.30	97.957	38.034	7.891	2.838	1.0208	201.42	0.951	0.840	0.115	7.310	No	0	Molto basso
6.60	135.70	100.39	37.066	7.900	2.846	0.9960	199.25	0.950	0.816	0.116	7.051	No	0	Molto basso
6.80	140.10	102.83	36.144	7.910	2.853	0.9724	197.16	0.948	0.793	0.116	6.810	No	0	Molto basso
7.00	144.50	105.27	35.265	7.919	2.861	0.9499	195.15	0.946	0.771	0.117	6.586	No	0	Molto basso
7.20	148.90	107.71	34.426	7.929	2.868	0.9284	193.21	0.945	0.751	0.118	6.376	No	0	Molto basso
7.40	153.30	110.15	33.624	7.938	2.876	0.9078	191.34	0.943	0.732	0.118	6.181	No	0	Molto basso
7.60	157.70	112.58	32.857	7.947	2.883	0.8881	189.53	0.942	0.713	0.119	5.997	No	0	Molto basso
7.80	162.10	115.02	32.122	7.957	2.890	0.8693	187.78	0.940	0.696	0.119	5.825	No	0	Molto basso
8.00	166.50	117.46	31.417	7.966	2.897	0.8513	186.09	0.939	0.679	0.120	5.664	No	0	Molto basso
8.20	170.90	119.90	30.742	7.976	2.904	0.8339	184.45	0.937	0.664	0.120	5.511	No	0	Molto basso
8.40	175.30	122.34	30.093	7.985	2.910	0.8173	182.87	0.936	0.649	0.121	5.368	No	0	Molto basso
8.60	179.70	124.78	29.470	7.995	2.917	0.8013	181.33	0.934	0.635	0.121	5.232	No	0	Molto basso
8.80	184.10	127.22	28.870	8.005	2.924	0.7860	179.84	0.933	0.621	0.122	5.104	No	0	Molto basso
9.00	0.000	0.000	28.870	8.005	2.924	0.7860	179.84	0.933	0.621	0.122	5.104	No	0	Molto basso
9.20	0.000	0.000	28.870	8.005	2.924	0.7860	179.84	0.933	0.621	0.122	5.104	No	0	Molto basso
9.40	0.000	0.000	28.870	8.005	2.924	0.7860	179.84	0.933	0.621	0.122	5.104	No	0	Molto basso
9.60	0.000	0.000	28.870	8.005	2.924	0.7860	179.84	0.933	0.621	0.122	5.104	No	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio = Molto basso

Leccio - Centro storico

Prova di riferimento: 63_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25

Profondità falda idrica 3.0 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu30 maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Morfologia: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.2

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5.65

Peak ground acceleration (PGA) 0.1546

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0.2	4.2	19	21	0	0	2213.36	113	0
2	4.2	4.8	19	21	0	0	1601.42	176.5	0
3	4.8	6.8	19	21	0	0	2324.17	178	0
4	6.8	8.2	19.5	21.5	0	0	5603.51	150	0

5	8.2	9.6	20	22	0	0	7564.84	21.48	0
---	-----	-----	----	----	---	---	---------	-------	---

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.62

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (kPa)	Pressione verticale effettiva (kPa)	Resistenza alla punta normalizzata	Attrito laterale normalizzato $f_{p\%A}$	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica $a_{f_{p\%A}}$	Resistenza alla punta corretta q _{c1} (kPa)	Coefficiente riduttivo r_{c1}	Resistenza alla liquefazione (kPa)	Sforzo di taglio normalizzato (kPa)	Coefficiente di sicurezza F_s	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
3.20	61.200	59.239	36.330	5.251	2.722	1.6880	155.50	0.976	0.430	0.091	4.730	No	0	Molto basso
3.40	65.400	61.477	34.939	5.261	2.735	1.6266	153.28	0.974	0.415	0.093	4.442	No	0	Molto basso
3.60	69.600	63.716	33.646	5.271	2.747	1.5694	151.17	0.972	0.401	0.096	4.191	No	0	Molto basso
3.80	73.800	65.955	32.440	5.281	2.759	1.5161	149.19	0.971	0.389	0.098	3.970	No	0	Molto basso
4.00	78.000	68.193	31.313	5.292	2.770	1.4664	147.30	0.969	0.377	0.100	3.774	No	0	Molto basso
4.20	82.200	70.432	30.258	5.302	2.782	1.4198	145.51	0.968	0.367	0.102	3.600	No	0	Molto basso
4.40	86.400	72.671	20.848	11.650	3.139	1.3760	185.69	0.966	0.675	0.104	6.522	No	0	Molto basso
4.60	90.600	74.909	20.169	11.682	3.150	1.3349	183.16	0.965	0.651	0.105	6.193	No	0	Molto basso
4.80	94.800	77.148	19.529	11.715	3.160	1.2962	180.75	0.963	0.629	0.107	5.897	No	0	Molto basso
5.00	99.000	79.387	28.030	7.999	2.932	1.2596	176.23	0.962	0.589	0.108	5.448	No	0	Molto basso
5.20	103.200	81.625	27.209	8.015	2.942	1.2251	174.18	0.960	0.571	0.109	5.222	No	0	Molto basso
5.40	107.400	83.864	26.433	8.030	2.951	1.1924	172.21	0.959	0.555	0.111	5.015	No	0	Molto basso
5.60	111.600	86.103	25.697	8.045	2.960	1.1614	170.33	0.957	0.540	0.112	4.825	No	0	Molto basso
5.80	115.800	88.341	24.998	8.060	2.969	1.1319	168.51	0.956	0.525	0.113	4.650	No	0	Molto basso
6.00	120.000	90.580	24.334	8.076	2.978	1.1039	166.77	0.954	0.511	0.114	4.488	No	0	Molto basso
6.20	124.200	92.819	23.702	8.091	2.986	1.0773	165.09	0.953	0.499	0.115	4.339	No	0	Molto basso
6.40	128.400	95.057	23.099	8.106	2.995	1.0519	163.48	0.951	0.486	0.116	4.200	No	0	Molto basso
6.60	132.600	97.296	22.525	8.122	3.003	1.0277	161.92	0.950	0.475	0.117	4.071	No	0	Molto basso
6.80	136.900	99.635	21.953	8.138	3.012	1.0036	160.34	0.948	0.463	0.117	3.947	No	0	Molto basso
7.00	141.200	101.97	55.490	2.746	2.394	0.9902	126.89	0.946	0.270	0.118	2.286	No	0	Molto basso
7.20	145.500	104.31	54.865	2.748	2.397	0.9791	126.30	0.945	0.267	0.119	2.250	No	0	Molto basso
7.40	149.800	106.65	54.260	2.750	2.401	0.9683	125.72	0.943	0.265	0.119	2.217	No	0	Molto basso
7.60	154.100	108.98	53.675	2.753	2.405	0.9578	125.17	0.942	0.262	0.120	2.186	No	0	Molto basso
7.80	158.400	111.32	53.108	2.755	2.408	0.9477	124.64	0.940	0.260	0.121	2.156	No	0	Molto basso
8.00	162.700	113.66	52.559	2.757	2.412	0.9379	124.12	0.939	0.258	0.121	2.129	No	0	Molto basso
8.20	167.100	116.10	52.004	2.759	2.415	0.9280	123.59	0.937	0.256	0.122	2.102	No	0	Molto basso
8.40	171.500	118.54	69.480	0.291	1.766	0.9184	75.201	0.936	0.120	0.122	0.980	Si	1.35	Basso
8.60	175.900	120.98	68.776	0.291	1.770	0.9091	74.639	0.934	0.119	0.122	0.969	Si	2.08	Basso
8.80	180.300	123.42	68.093	0.291	1.774	0.9001	74.092	0.933	0.118	0.123	0.959	Si	2.79	Basso
9.00	184.700	125.86	67.430	0.291	1.778	0.8913	73.561	0.931	0.117	0.123	0.950	Si	3.49	Basso
9.20	189.100	128.29	66.786	0.291	1.782	0.8828	73.044	0.928	0.116	0.123	0.942	Si	4.08	Basso
9.40	193.500	130.73	66.161	0.291	1.786	0.8745	72.541	0.923	0.116	0.123	0.938	Si	4.47	Basso
9.60	0.000	0.000	66.161	0.291	1.786	0.8745	72.541	0.923	0.116	0.123	0.938	Si	4.53	Basso

IPL (Iwasaki) = 0.35 Zcrit = 20 m Rischio = Basso

Leccio – loc. The Mall

Prova di riferimento: 167_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25
 Profondità falda idrica 3.0 m

DATI SISMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu30 maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Morfologia: T1-Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.2

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5.65

Peak ground acceleration (PGA) 0.1546

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0.6	1.6	19	21	0	0	6472	326	0
2	1.6	3	19	21	0	0	1601.42	176.5	0
3	3	5.4	19	21	0	0	1618	84.34	0
4	5.4	7	19.5	21.5	0	0	3309.7	159.35	0
5	7	8.2	20	22	0	0	1814.23	124.54	0
6	8.2	14.8	20	21.5	0	0	11948	265	0

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.62

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litorale totale (r _{p,a})	Pressione verticale effettiva (r _{v,a})	Resistenza alla punta normalizzata	Attrito laterale normalizzato r _{v,a}	Indice di comportamento I _c	Correzione per la pressione litorale $\frac{q_c}{r_{p,a}}$	Resistenza alla punta corretta q _{c1} (r _{p,a})	Coefficiente riduttivo (r _{v,a})	Resistenza alla liquefazione (r _{v,a})	Sforzo di taglio normalizzato (r _{v,a})	Coefficiente di sicurezza F _s	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
3.20	61.200	59.239	26.280	5.418	2.832	1.6880	138.33	0.976	0.326	0.091	3.590	No	0	Molto basso
3.40	65.400	61.477	25.255	5.432	2.846	1.6266	136.45	0.974	0.316	0.093	3.386	No	0	Molto basso
3.60	69.600	63.716	24.302	5.447	2.859	1.5694	134.67	0.972	0.307	0.096	3.208	No	0	Molto basso
3.80	73.800	65.955	23.413	5.462	2.871	1.5161	132.99	0.971	0.299	0.098	3.051	No	0	Molto basso
4.00	78.000	68.193	22.583	5.477	2.883	1.4664	131.39	0.969	0.291	0.100	2.911	No	0	Molto basso
4.20	82.200	70.432	21.805	5.492	2.895	1.4198	129.87	0.968	0.284	0.102	2.786	No	0	Molto basso
4.40	86.400	72.671	21.076	5.507	2.907	1.3760	128.43	0.966	0.277	0.104	2.675	No	0	Molto basso
4.60	90.600	74.909	20.390	5.522	2.919	1.3349	127.04	0.965	0.271	0.105	2.574	No	0	Molto basso
4.80	94.800	77.148	19.744	5.537	2.930	1.2962	125.73	0.963	0.265	0.107	2.482	No	0	Molto basso
5.00	99.100	79.487	19.109	5.553	2.941	1.2580	124.40	0.962	0.259	0.108	2.397	No	0	Molto basso
5.20	103.400	81.825	18.510	5.568	2.952	1.2221	123.14	0.960	0.254	0.109	2.319	No	0	Molto basso
5.40	107.700	84.164	17.945	5.584	2.963	1.1881	121.92	0.959	0.249	0.111	2.248	No	0	Molto basso
5.60	112.000	86.503	36.966	4.983	2.701	1.1560	153.16	0.957	0.414	0.112	3.707	No	0	Molto basso
5.80	116.300	88.841	35.945	4.990	2.710	1.1256	151.59	0.956	0.404	0.113	3.582	No	0	Molto basso
6.00	120.600	91.180	34.976	4.997	2.719	1.0967	150.08	0.954	0.394	0.114	3.467	No	0	Molto basso
6.20	124.900	93.519	34.055	5.003	2.727	1.0693	148.63	0.953	0.385	0.115	3.361	No	0	Molto basso
6.40	129.200	95.857	33.180	5.010	2.736	1.0432	147.24	0.951	0.377	0.116	3.262	No	0	Molto basso
6.60	133.600	98.296	32.312	5.017	2.744	1.0173	145.85	0.950	0.369	0.116	3.168	No	0	Molto basso
6.80	138.000	100.73	31.486	5.024	2.753	0.9927	144.50	0.948	0.361	0.117	3.081	No	0	Molto basso
7.00	142.400	103.17	30.699	5.031	2.761	0.9692	143.21	0.946	0.353	0.118	2.999	No	0	Molto basso
7.20	146.800	105.61	15.788	7.469	3.089	0.9468	133.82	0.945	0.303	0.118	2.558	No	0	Molto basso
7.40	151.200	108.05	15.391	7.489	3.098	0.9254	132.66	0.943	0.297	0.119	2.497	No	0	Molto basso
7.60	155.600	110.48	15.012	7.509	3.107	0.9050	131.54	0.942	0.292	0.120	2.439	No	0	Molto basso
7.80	159.900	112.82	14.662	7.528	3.115	0.8863	130.51	0.940	0.287	0.120	2.387	No	0	Molto basso
8.00	164.200	115.16	14.327	7.548	3.123	0.8683	129.51	0.939	0.282	0.121	2.337	No	0	Molto basso
8.20	168.500	117.50	14.006	7.567	3.131	0.8510	128.54	0.937	0.278	0.121	2.291	No	0	Molto basso
8.40	172.800	119.84	109.14	2.250	2.127	0.9134	164.27	0.936	0.492	0.122	4.047	No	0	Molto basso
8.60	177.100	122.18	108.09	2.251	2.130	0.9046	163.32	0.934	0.485	0.122	3.975	No	0	Molto basso
8.80	181.400	124.52	107.07	2.252	2.133	0.8961	162.40	0.933	0.478	0.122	3.905	No	0	Molto basso
9.00	185.700	126.86	106.08	2.253	2.135	0.8878	161.50	0.931	0.472	0.123	3.840	No	0	Molto basso
9.20	190.000	129.19	105.11	2.254	2.138	0.8797	160.63	0.928	0.465	0.123	3.782	No	0	Molto basso
9.40	194.300	131.53	104.17	2.255	2.141	0.8719	159.79	0.923	0.459	0.123	3.738	No	0	Molto basso
9.60	198.600	133.87	103.26	2.255	2.144	0.8642	158.96	0.918	0.454	0.123	3.696	No	0	Molto basso
9.80	202.900	136.21	102.37	2.256	2.146	0.8568	158.16	0.912	0.448	0.123	3.657	No	0	Molto basso
10.00	207.200	138.55	101.50	2.257	2.149	0.8495	157.38	0.907	0.443	0.122	3.620	No	0	Molto basso
10.20	211.500	140.89	100.65	2.258	2.152	0.8424	156.62	0.902	0.437	0.122	3.584	No	0	Molto basso
10.40	215.800	143.23	99.834	2.259	2.154	0.8355	155.88	0.896	0.432	0.122	3.551	No	0	Molto basso
10.60	220.100	145.57	99.028	2.260	2.157	0.8288	155.16	0.891	0.427	0.121	3.520	No	0	Molto basso
10.80	224.400	147.90	98.242	2.260	2.159	0.8222	154.46	0.886	0.423	0.121	3.490	No	0	Molto basso
11.00	228.700	150.24	97.475	2.261	2.162	0.8158	153.77	0.880	0.418	0.121	3.462	No	0	Molto basso
11.20	233.000	152.58	96.725	2.262	2.164	0.8095	153.10	0.875	0.414	0.120	3.436	No	0	Molto basso
11.40	237.300	154.92	95.992	2.263	2.166	0.8034	152.45	0.870	0.410	0.120	3.411	No	0	Molto basso
11.60	241.600	157.26	95.276	2.264	2.169	0.7974	151.81	0.864	0.405	0.120	3.387	No	0	Molto basso
11.80	245.900	159.60	94.575	2.265	2.171	0.7915	151.19	0.859	0.401	0.119	3.365	No	0	Molto basso
12.00	250.200	161.94	93.890	2.265	2.173	0.7858	150.58	0.854	0.398	0.119	3.344	No	0	Molto basso
12.20	254.500	164.27	93.219	2.266	2.176	0.7802	149.98	0.848	0.394	0.118	3.324	No	0	Molto basso
12.40	258.800	166.61	92.562	2.267	2.178	0.7747	149.40	0.843	0.390	0.118	3.306	No	0	Molto basso
12.60	263.100	168.95	91.920	2.268	2.180	0.7693	148.83	0.838	0.387	0.118	3.288	No	0	Molto basso
12.80	267.400	171.29	91.290	2.269	2.182	0.7640	148.27	0.832	0.383	0.117	3.272	No	0	Molto basso
13.00	271.700	173.63	90.673	2.270	2.184	0.7588	147.72	0.827	0.380	0.117	3.256	No	0	Molto basso
13.20	276.000	175.97	90.069	2.270	2.186	0.7538	147.19	0.822	0.377	0.116	3.242	No	0	Molto basso
13.40	280.300	178.31	89.476	2.271	2.189	0.7488	146.67	0.816	0.373	0.116	3.229	No	0	Molto basso
13.60	284.600	180.65	88.895	2.272	2.191	0.7440	146.15	0.811	0.370	0.115	3.216	No	0	Molto basso
13.80	288.900	182.98	88.325	2.273	2.193	0.7392	145.65	0.806	0.367	0.115	3.204	No	0	Molto basso
14.00	293.200	185.32	87.766	2.274	2.195	0.7345	145.16	0.800	0.364	0.114	3.194	No	0	Molto basso
14.20	297.500	187.66	87.217	2.275	2.197	0.7299	144.67	0.795	0.362	0.114	3.184	No	0	Molto basso

14.40	0.000	0.000	87.217	2.275	2.197	0.7299	144.67	0.795	0.362	0.114	3.184	No	0	Molto basso
14.60	0.000	0.000	87.217	2.275	2.197	0.7299	144.67	0.795	0.362	0.114	3.184	No	0	Molto basso
14.80	0.000	0.000	87.217	2.275	2.197	0.7299	144.67	0.795	0.362	0.114	3.184	No	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio = Molto basso

Matassino – settore Via Viesca

Prova di riferimento: 118_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25
 Profondità falda idrica 1.0m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa cu30 compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

Morfologia: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5.65

Peak ground acceleration (PGA) 0.225

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0.4	0.8	20	22	0	0	1961	27.46	0
2	0.8	3.2	19	21	0	0	1667	65.7	0
3	3.2	4	19	21	0	0	1765	49	0
4	4	6.2	19.5	21.5	0	0	1961	68.65	0
5	6.2	10	20	22	0	0	6865	294	0

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.62

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (r.p.v)	Pressione verticale effettiva (r.p.v)	Resistenza alla punta normalizzata (r)	Attrito laterale normalizzato (r%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica (r/r _{litostatica})	Resistenza alla punta corretta q _{c1} (r.p.v)	Coefficiente riduttivo (r _{cl})	Resistenza alla liquefazione (r _{sp})	Sforzo di taglio normalizzato (r _{sp})	Coefficiente di sicurezza F _s	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	23.600	21.639	52.543	3.998	2.526	1.7	82.251	0.991	0.132	0.097	1.352	No	0	Molto basso
1.40	27.800	23.877	48.803	4.008	2.549	1.7	85.817	0.989	0.139	0.104	1.337	No	0	Molto basso
1.60	32.000	26.116	45.631	4.018	2.570	1.7	89.243	0.988	0.146	0.109	1.339	No	0	Molto basso
1.80	36.200	28.355	42.901	4.029	2.590	1.7	92.545	0.986	0.154	0.114	1.354	No	0	Molto basso
2.00	40.400	30.593	40.524	4.039	2.608	1.7	95.734	0.985	0.162	0.117	1.379	No	0	Molto basso
2.20	44.600	32.832	38.434	4.050	2.626	1.7	98.821	0.983	0.170	0.120	1.410	No	0	Molto basso
2.40	48.800	35.071	36.579	4.060	2.642	1.7	101.81	0.982	0.178	0.123	1.447	No	0	Molto basso
2.60	53.000	37.309	34.920	4.071	2.657	1.7	104.72	0.980	0.187	0.126	1.488	No	0	Molto basso
2.80	57.200	39.548	40.705	4.081	2.610	1.7	96.048	0.979	0.162	0.128	1.273	No	0	Molto basso
3.00	61.400	41.787	38.424	4.092	2.629	1.7	99.410	0.977	0.171	0.129	1.324	No	0	Molto basso
3.20	65.600	44.025	36.374	4.103	2.647	1.7	102.73	0.976	0.181	0.131	1.380	No	0	Molto basso
3.40	69.800	46.264	31.464	2.891	2.591	1.7	98.245	0.974	0.168	0.132	1.270	No	0	Molto basso
3.60	74.000	48.503	30.368	2.898	2.604	1.7	100.51	0.972	0.174	0.134	1.304	No	0	Molto basso
3.80	78.300	50.841	29.314	2.905	2.616	1.6608	100.47	0.971	0.174	0.135	1.293	No	0	Molto basso
4.00	82.600	53.180	28.342	2.913	2.628	1.6057	99.304	0.969	0.171	0.136	1.260	No	0	Molto basso

4.20	86.900	55.519	33.756	3.663	2.637	1.7	118.64	0.968	0.235	0.137	1.723	No	0	Molto basso
4.40	91.200	57.857	32.317	3.672	2.651	1.7	121.87	0.966	0.248	0.137	1.809	No	0	Molto basso
4.60	95.500	60.196	30.990	3.680	2.665	1.6612	122.22	0.965	0.250	0.138	1.811	No	0	Molto basso
4.80	99.800	62.535	29.763	3.688	2.679	1.5991	120.64	0.963	0.243	0.139	1.756	No	0	Molto basso
5.00	104.10	64.873	28.623	3.697	2.693	1.5414	119.16	0.962	0.237	0.139	1.706	No	0	Molto basso
5.20	108.40	67.212	27.564	3.706	2.705	1.4878	117.75	0.960	0.232	0.140	1.661	No	0	Molto basso
5.40	112.70	69.551	26.575	3.714	2.718	1.4377	116.42	0.959	0.227	0.140	1.619	No	0	Molto basso
5.60	117.00	71.889	25.651	3.723	2.730	1.3910	115.16	0.957	0.222	0.140	1.581	No	0	Molto basso
5.80	121.30	74.228	24.784	3.732	2.742	1.3471	113.97	0.956	0.218	0.141	1.546	No	0	Molto basso
6.00	125.70	76.667	23.939	3.741	2.754	1.3043	112.78	0.954	0.213	0.141	1.513	No	0	Molto basso
6.20	130.10	79.105	23.145	3.750	2.766	1.2641	111.64	0.953	0.209	0.141	1.483	No	0	Molto basso
6.40	134.50	81.544	22.317	3.759	2.777	1.2241	110.54	0.951	0.204	0.141	1.454	No	0	Molto basso
6.60	138.90	83.983	21.551	3.768	2.788	1.1843	109.47	0.950	0.200	0.142	1.426	No	0	Molto basso
6.80	143.30	86.421	20.846	3.777	2.799	1.1448	108.43	0.948	0.196	0.142	1.399	No	0	Molto basso
7.00	147.70	88.860	20.199	3.786	2.810	1.1056	107.41	0.946	0.192	0.142	1.373	No	0	Molto basso
7.20	152.10	91.299	19.611	3.795	2.821	1.0667	106.41	0.945	0.188	0.142	1.348	No	0	Molto basso
7.40	156.50	93.737	19.079	3.804	2.832	1.0281	105.43	0.943	0.184	0.142	1.324	No	0	Molto basso
7.60	160.90	96.176	18.601	3.813	2.843	0.9898	104.47	0.942	0.180	0.142	1.301	No	0	Molto basso
7.80	165.30	98.615	18.177	3.822	2.854	0.9518	103.53	0.940	0.176	0.142	1.279	No	0	Molto basso
8.00	169.70	101.05	17.806	3.831	2.865	0.9141	102.61	0.939	0.172	0.142	1.258	No	0	Molto basso
8.20	174.10	103.49	17.487	3.840	2.876	0.8767	101.71	0.937	0.168	0.142	1.238	No	0	Molto basso
8.40	178.50	105.93	17.219	3.849	2.887	0.8396	100.83	0.936	0.164	0.142	1.219	No	0	Molto basso
8.60	182.90	108.37	16.994	3.858	2.898	0.8028	100.00	0.934	0.160	0.142	1.201	No	0	Molto basso
8.80	187.30	110.80	16.813	3.867	2.909	0.7663	99.20	0.933	0.156	0.142	1.184	No	0	Molto basso
9.00	191.70	113.24	16.676	3.876	2.920	0.7301	98.43	0.931	0.152	0.142	1.168	No	0	Molto basso
9.20	196.10	115.68	16.583	3.885	2.931	0.6942	97.69	0.929	0.148	0.142	1.153	No	0	Molto basso
9.40	200.50	118.12	16.534	3.894	2.942	0.6586	97.00	0.923	0.144	0.141	1.139	No	0	Molto basso
9.60	204.90	120.56	16.529	3.903	2.953	0.6233	96.34	0.918	0.140	0.141	1.126	No	0	Molto basso
9.80	0.000	0.000	62.522	4.414	2.506	0.9107	174.98	0.918	0.578	0.141	4.113	No	0	Molto basso
10.00	0.000	0.000	62.522	4.414	2.506	0.9107	174.98	0.918	0.578	0.141	4.113	No	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio = Molto basso

Matassino – settore Via della Libertà

Prova di riferimento: 94_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25

Profondità falda idrica 1.0 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero NSPT30 compreso tra 15 e 50 nei terreni a grana grossa cu30 compreso tra 70 e 250 kPa nei terreni a grana fina).

Morfologia: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5.65

Peak ground acceleration (PGA) 0.2

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0.4	1.2	20	22	0	0	10.39	89.24	0
2	1.2	1.8	19	21	0	0	4805	255	0
3	1.8	3.6	19	21	0	0	980.7	85.71	0
4	3.6	4.8	19.5	21.5	0	0	134.84	78.45	0

5	4.8	7.4	20	22	0	0	4020	188.99	0
---	-----	-----	----	----	---	---	------	--------	---

Correzione per la magnitudo (MSF)

1.62

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (kPa)	Pressione verticale effettiva (kPa)	Resistenza alla punta normalizzata (kPa)	Attrito laterale normalizzato (kPa)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica (kPa)	Resistenza alla punta corretta q _{c1} (kPa)	Coefficiente riduttivo (kPa)	Resistenza alla liquefazione (kPa)	Sforzo di taglio normalizzato (kPa)	Coefficiente di sicurezza F _s	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.20	24.000	22.039	0.221	-65569	0.000	1.7	-3.158	0.991	0.047	0.097	0.487	Si	5.97	Alto
1.40	28.200	24.277	97.520	5.338	2.447	1.7	205.22	0.989	0.884	0.104	8.533	No	0	Molto basso
1.60	32.400	26.516	93.312	5.343	2.458	1.7	209.69	0.988	0.938	0.109	8.617	No	0	Molto basso
1.80	36.600	28.755	89.606	5.348	2.470	1.7	213.94	0.986	0.991	0.113	8.755	No	0	Molto basso
2.00	40.800	30.993	30.326	9.119	2.950	1.7	103.51	0.985	0.183	0.117	1.567	No	0	Molto basso
2.20	45.000	33.232	28.157	9.160	2.974	1.7	107.62	0.983	0.196	0.120	1.633	No	0	Molto basso
2.40	49.200	35.471	26.261	9.201	2.996	1.7	111.64	0.982	0.209	0.123	1.706	No	0	Molto basso
2.60	53.400	37.709	24.591	9.243	3.017	1.7	115.58	0.980	0.224	0.125	1.787	No	0	Molto basso
2.80	57.600	39.948	23.108	9.285	3.037	1.7	119.43	0.979	0.238	0.127	1.875	No	0	Molto basso
3.00	61.800	42.187	21.782	9.327	3.056	1.7	123.22	0.977	0.254	0.129	1.969	No	0	Molto basso
3.20	66.000	44.425	20.590	9.370	3.075	1.7	126.93	0.976	0.270	0.131	2.068	No	0	Molto basso
3.40	70.300	46.764	19.468	9.415	3.093	1.7	130.74	0.974	0.288	0.132	2.181	No	0	Molto basso
3.60	74.600	49.103	18.453	9.459	3.111	1.7	134.48	0.972	0.306	0.133	2.299	No	0	Molto basso
3.80	78.900	51.441	1.087	140.24	4.809	1.7	113.12	0.971	0.215	0.134	1.599	No	0	Molto basso
4.00	83.200	53.780	0.960	151.91	4.872	1.7	117.99	0.969	0.233	0.135	1.722	No	0	Molto basso
4.20	87.500	56.119	0.844	165.71	4.938	1.7	123.21	0.968	0.254	0.136	1.867	No	0	Molto basso
4.40	91.800	58.457	0.736	182.27	5.010	1.7	128.83	0.966	0.279	0.137	2.039	No	0	Molto basso
4.60	96.200	60.896	0.635	203.02	5.089	1.6421	130.51	0.965	0.287	0.137	2.087	No	0	Molto basso
4.80	100.60	63.335	0.541	229.11	5.175	1.5789	131.90	0.963	0.293	0.138	2.127	No	0	Molto basso
5.00	105.00	65.773	55.041	4.827	2.572	1.3691	173.87	0.962	0.569	0.138	4.110	No	0	Molto basso
5.20	109.40	68.212	53.559	4.833	2.580	1.3323	171.80	0.960	0.552	0.139	3.974	No	0	Molto basso
5.40	113.80	70.651	52.166	4.838	2.588	1.2976	169.85	0.959	0.536	0.139	3.849	No	0	Molto basso
5.60	118.20	73.089	50.855	4.844	2.596	1.2650	167.99	0.957	0.521	0.140	3.733	No	0	Molto basso
5.80	122.60	75.528	49.619	4.849	2.604	1.2342	166.23	0.956	0.507	0.140	3.627	No	0	Molto basso
6.00	127.00	77.967	49.932	4.855	2.602	1.2825	172.26	0.954	0.555	0.140	3.964	No	0	Molto basso
6.20	131.40	80.405	48.362	4.860	2.612	1.2436	170.08	0.953	0.538	0.140	3.831	No	0	Molto basso
6.40	135.80	82.844	46.886	4.866	2.622	1.2070	168.01	0.951	0.521	0.141	3.708	No	0	Molto basso
6.60	140.20	85.283	45.493	4.871	2.631	1.1725	166.04	0.950	0.506	0.141	3.594	No	0	Molto basso
6.80	144.60	87.721	44.178	4.877	2.640	1.1399	164.15	0.948	0.491	0.141	3.488	No	0	Molto basso
7.00	149.00	90.160	42.935	4.882	2.649	1.1091	162.36	0.946	0.478	0.141	3.390	No	0	Molto basso
7.20	153.30	92.499	41.803	4.888	2.658	1.0810	160.71	0.945	0.466	0.141	3.301	No	0	Molto basso
7.40	157.60	94.837	40.727	4.893	2.666	1.0544	159.13	0.943	0.455	0.141	3.218	No	0	Molto basso
7.60	161.90	97.176	59.580	6.199	2.631	1.0290	215.70	0.942	1.013	0.141	7.164	No	0	Molto basso
7.80	166.20	99.515	58.137	6.204	2.638	1.0048	213.41	0.940	0.984	0.142	6.950	No	0	Molto basso
8.00	170.50	101.85	56.759	6.208	2.645	0.9818	211.20	0.939	0.956	0.142	6.750	No	0	Molto basso
8.20	174.80	104.19	55.444	6.213	2.652	0.9597	209.08	0.937	0.930	0.142	6.561	No	0	Molto basso
8.40	179.10	106.53	54.187	6.218	2.659	0.9386	207.03	0.936	0.905	0.142	6.384	No	0	Molto basso
8.60	183.40	108.87	52.983	6.222	2.665	0.9185	205.05	0.934	0.882	0.142	6.216	No	0	Molto basso
8.80	187.70	111.20	51.830	6.227	2.672	0.8992	203.15	0.933	0.860	0.142	6.058	No	0	Molto basso
9.00	192.00	113.54	50.725	6.232	2.678	0.8806	201.31	0.931	0.839	0.142	5.909	No	0	Molto basso
9.20	196.30	115.88	49.664	6.236	2.685	0.8629	199.53	0.928	0.819	0.142	5.776	No	0	Molto basso
9.40	200.60	118.22	48.645	6.241	2.691	0.8458	197.81	0.923	0.800	0.141	5.665	No	0	Molto basso
9.60	204.90	120.56	47.666	6.246	2.697	0.8294	196.14	0.918	0.782	0.141	5.561	No	0	Molto basso
9.80	209.20	122.90	46.724	6.250	2.703	0.8136	194.52	0.912	0.765	0.140	5.462	No	0	Molto basso
10.00	213.50	125.24	45.817	6.255	2.709	0.7984	192.96	0.907	0.748	0.139	5.368	No	0	Molto basso
10.20	217.80	127.57	44.944	6.260	2.715	0.7838	191.44	0.902	0.733	0.139	5.279	No	0	Molto basso
10.40	0.000	0.000	44.944	6.260	2.715	0.7838	191.44	0.902	0.733	0.139	5.279	No	0	Molto basso
10.60	0.000	0.000	44.944	6.260	2.715	0.7838	191.44	0.902	0.733	0.139	5.279	No	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0.96 Zcrit=20 m Rischio = Basso

Vaggio

Prova di riferimento: 126_CPT

Fattore sicurezza normativa 1.25

Profondità falda idrica 1.5 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0.15

Tipo Suolo: B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 maggiore di 50 nei terreni a grana grossa e cu30 maggiore di 250 kPa nei terreni a grana fine).

Morfologia: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1.2

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5.65

Peak ground acceleration (PGA) 0.1517

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0.4	2.2	19	21	0	0	2020.17	107.87	0
2	2.2	3	19	21	0	0	4216.86	213.29	0
3	3	4.2	19	21	0	0	3202.85	196.133	0
4	4.2	5.8	19.5	21.5	0	0	17651	159.35	0

Correzione per la magnitudo (MSF) 1.62

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (kPa)	Pressione verticale effettiva (kPa)	Resistenza alla punta normalizzata	Attrito laterale normalizzato f_r/σ_v	Indice di comportamento I_c	Correzione per la pressione litostatica σ_{v0}/σ_v	Resistenza alla punta corretta q_{c1} (kPa)	Coefficiente riduttivo r_{d1}	Resistenza alla liquefazione f_{ld} (kPa)	Sforzo di taglio normalizzato τ_{csd}	Coefficiente di sicurezza F_s	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
1.70	32.700	30.739	48.936	5.428	2.644	1.7	123.85	0.987	0.257	0.095	2.712	No	0	Molto basso
1.90	36.900	32.977	46.422	5.439	2.660	1.7	127.57	0.985	0.273	0.099	2.747	No	0	Molto basso
2.10	41.100	35.216	56.198	5.451	2.605	1.7	115.34	0.984	0.223	0.104	2.152	No	0	Molto basso
2.30	45.300	37.455	68.903	5.113	2.526	1.6339	200.17	0.982	0.826	0.107	7.712	No	0	Molto basso
2.50	49.500	39.693	66.931	5.118	2.535	1.5872	197.50	0.981	0.797	0.110	7.224	No	0	Molto basso
2.70	53.700	41.932	65.120	5.123	2.543	1.5442	195.03	0.979	0.770	0.113	6.810	No	0	Molto basso
2.90	57.900	44.171	63.449	5.128	2.551	85.06.0	192.73	0.978	0.746	0.116	6.455	No	0	Molto basso
3.10	62.100	46.409	56.962	6.245	2.646	1.7	197.13	0.976	0.792	0.118	6.730	No	0	Molto basso
3.30	66.300	48.648	64.474	6.253	2.612	1.7	185.16	0.975	0.670	0.120	5.598	No	0	Molto basso
3.50	70.500	50.887	61.555	6.262	2.625	1.7	189.74	0.973	0.715	0.122	5.885	No	0	Molto basso
3.70	74.700	53.125	58.882	6.270	2.638	1.7	194.27	0.972	0.762	0.123	6.186	No	0	Molto basso
3.90	78.950	55.414	56.374	6.278	2.651	1.7	198.84	0.970	0.811	0.125	6.510	No	0	Molto basso
4.10	83.250	57.753	54.017	6.287	2.663	1.7	203.45	0.969	0.863	0.126	6.859	No	0	Molto basso
4.30	87.550	60.091	227.70	0.907	1.620	1.2900	223.48	0.967	1.118	0.127	8.803	No	0	Molto basso
4.50	91.850	62.430	223.39	0.908	1.626	1.2656	220.23	0.966	1.073	0.128	8.382	No	0	Molto basso
4.70	96.150	64.769	219.32	0.908	1.632	1.2425	217.12	0.964	1.032	0.129	7.999	No	0	Molto basso
4.90	100.45	67.107	215.46	0.908	1.637	1.2207	214.16	0.963	0.994	0.130	7.650	No	0	Molto basso
5.10	104.75	69.446	211.81	0.908	1.642	1.1999	211.33	0.961	0.958	0.131	7.330	No	0	Molto basso
5.30	109.05	71.785	208.33	0.908	1.647	1.1802	208.62	0.959	0.925	0.131	7.036	No	0	Molto basso
5.50	0.000	0.000	208.33	0.908	1.647	1.1802	208.62	0.959	0.925	0.131	7.036	No	0	Molto basso
5.70	0.000	0.000	208.33	0.908	1.647	1.1802	208.62	0.959	0.925	0.131	7.036	No	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio = Molto basso

San Clemente

Prova di riferimento: 73_CPT

Fattore sicurezza normativa 1,25

Profondità falda idrica 5 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,15

Tipo Suolo: E - Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs maggiore di 800m/s)

Morfologia: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,5

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5,65

Peak ground acceleration (PGA) 0,2124

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1		0,2	0,8	19,5	21	0	0	2451	83,86
2		0,8	1,6	19,2	20,9	0	0	3040	127,48
3		1,6	4,2	19	20,5	0	0	5884	209,86
4		4,2	5	18,5	20	0	0	7355	539,4
5		5	6,6	19,3	20,8	0	0	5884	441,3
6		6,6	7,6	19,5	21	0	0	9807	294

Correzione per la magnitudo (MSF)

1,62

Profondità dal p.c. (m)	Pressione liostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione liostatica efficace γ_{eff}	Resistenza alla punta corretta q _{cl} (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
5,20	99,280	97,319	59,441	7,629	2,701	1,027552	242,130	0,960	1,400	0,088	15,856	No	0	Molto basso
5,40	103,440	99,517	58,086	7,634	2,708	1,00485	239,615	0,959	1,359	0,090	15,134	No	0	Molto basso
5,60	107,600	101,716	56,789	7,640	2,714	0,983129	237,190	0,957	1,321	0,091	14,473	No	0	Molto basso
5,80	111,760	103,915	55,548	7,645	2,720	0,962328	234,849	0,956	1,285	0,093	13,865	No	0	Molto basso
6,00	115,920	106,113	54,358	7,651	2,727	0,942388	232,589	0,954	1,250	0,094	13,306	No	0	Molto basso
6,20	120,080	108,312	53,216	7,656	2,733	0,923258	230,403	0,953	1,217	0,095	12,789	No	0	Molto basso
6,40	124,240	110,511	52,119	7,662	2,739	0,904889	228,289	0,951	1,186	0,096	12,310	No	0	Molto basso
6,60	128,400	112,749	51,047	7,667	2,745	0,886923	226,204	0,950	1,156	0,098	11,860	No	0	Molto basso
6,80	132,640	114,988	50,000	7,672	2,751	0,870000	224,160	0,948	1,127	0,099	11,430	No	0	Molto basso
7,00	136,840	117,227	49,058	7,677	2,757	0,853606	222,150	0,946	1,100	0,100	11,020	No	0	Molto basso
7,20	141,040	119,465	48,225	7,682	2,763	0,837661	220,170	0,945	1,073	0,101	10,630	No	0	Molto basso
7,40	145,240	121,704	47,496	7,687	2,769	0,822125	218,220	0,943	1,046	0,101	10,260	No	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio = Molto basso

Ciliegì

Prova di riferimento: CPT4 (campagna 2017)

Fattore sicurezza normativa 1,25

Profondità falda idrica 6 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,15

Fattore amplificazione 2,399

Tipo Suolo: E - Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs maggiore di 800m/s)

Morfologia: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,6

Coefficiente amplificazione topografica (ST)	1
Magnitudo momento sismico (Mw)	5,5
Peak ground acceleration (PGA)	0,24

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0	2,8	19	21	0	0	5421.11	3439.19	0
2	2,8	9	19,5	21,5	0	0	5621.17	2508.54	0
3	9	15	19,5	21,5	0	0	4458.1	2155.9	0

Correzione per la magnitudo (MSF) 2.21

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CO	Resistenza alla punta corretta q _{c1} (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
6.20	119.900	117.939	46.645	45.599	3.396	0.8478984	584.376	0.953	18.639	0.068	272.943	No	0	Molto basso
6.40	124.200	120.277	45.702	45.635	3.401	0.8314118	576.946	0.951	17.940	0.069	259.058	No	0	Molto basso
6.60	128.500	122.616	44.796	45.671	3.406	0.8155541	569.761	0.950	17.281	0.070	246.277	No	0	Molto basso
6.80	132.800	124.955	43.923	45.706	3.411	0.8002902	562.808	0.948	16.659	0.071	234.484	No	0	Molto basso
7.00	137.100	127.293	43.082	45.742	3.416	0.785587	556.076	0.946	16.071	0.072	223.576	No	0	Molto basso
7.20	141.400	129.632	42.272	45.778	3.420	0.7714143	549.552	0.945	15.515	0.073	213.465	No	0	Molto basso
7.40	145.700	131.971	41.490	45.814	3.425	0.757744	543.228	0.943	14.988	0.073	204.073	No	0	Molto basso
7.60	150.000	134.309	40.736	45.850	3.430	0.7445498	537.094	0.942	14.489	0.074	195.331	No	0	Molto basso
7.80	154.300	136.648	40.007	45.886	3.434	0.7318071	531.140	0.940	14.015	0.075	187.179	No	0	Molto basso
8.00	158.600	138.987	39.303	45.922	3.439	0.7194933	525.359	0.939	13.565	0.076	179.565	No	0	Molto basso
8.20	162.900	141.325	38.622	45.959	3.443	0.7075871	519.742	0.937	13.137	0.076	172.440	No	0	Molto basso
8.40	167.200	143.664	37.963	45.995	3.447	0.6960683	514.283	0.936	12.730	0.077	165.763	No	0	Molto basso
8.60	171.500	146.003	37.326	46.031	3.452	0.6849188	508.973	0.934	12.342	0.077	159.496	No	0	Molto basso
8.80	175.800	148.341	36.708	46.067	3.456	0.6741207	503.808	0.933	11.973	0.078	153.605	No	0	Molto basso
9.00	180.100	150.680	36.110	46.104	3.460	0.6636578	498.780	0.931	11.620	0.078	148.060	No	0	Molto basso
9.20	184.400	153.019	27.929	50.446	3.555	0.6535147	440.546	0.928	8.032	0.079	101.806	No	0	Molto basso
9.40	188.700	155.357	27.481	50.497	3.560	0.6436771	436.314	0.923	7.805	0.079	98.720	No	0	Molto basso
9.60	193.000	157.696	27.046	50.547	3.564	0.6341312	432.190	0.918	7.588	0.079	95.804	No	0	Molto basso
9.80	197.300	160.035	26.624	50.598	3.568	0.6248643	428.169	0.912	7.380	0.079	93.046	No	0	Molto basso
10.00	201.600	162.373	26.214	50.650	3.572	0.6158644	424.248	0.907	7.181	0.079	90.433	No	0	Molto basso
10.20	205.900	164.712	25.816	50.701	3.577	0.60712	420.422	0.902	6.991	0.079	87.956	No	0	Molto basso
10.40	210.200	167.051	25.429	50.752	3.581	0.5986205	416.688	0.896	6.808	0.080	85.606	No	0	Molto basso
10.60	214.500	169.389	25.052	50.804	3.585	0.5903556	413.043	0.891	6.633	0.080	83.374	No	0	Molto basso
10.80	218.800	171.728	24.686	50.855	3.589	0.5823159	409.482	0.886	6.465	0.080	81.252	No	0	Molto basso
11.00	223.100	174.067	24.330	50.907	3.593	0.5744922	406.004	0.880	6.304	0.080	79.234	No	0	Molto basso
11.20	227.400	176.405	23.983	50.958	3.597	0.566876	402.605	0.875	6.149	0.080	77.312	No	0	Molto basso
11.40	231.700	178.744	23.645	51.010	3.601	0.559459	399.282	0.870	6.000	0.079	75.480	No	0	Molto basso
11.60	236.000	181.083	23.316	51.062	3.605	0.5522337	396.033	0.864	5.857	0.079	73.733	No	0	Molto basso
11.80	240.300	183.421	22.995	51.114	3.609	0.5451925	392.855	0.859	5.719	0.079	72.067	No	0	Molto basso
12.00	244.600	185.760	22.682	51.166	3.612	0.5383287	389.745	0.854	5.586	0.079	70.475	No	0	Molto basso
12.20	248.900	188.099	22.378	51.219	3.616	0.5316355	386.702	0.848	5.458	0.079	68.954	No	0	Molto basso
12.40	253.200	190.437	22.080	51.271	3.620	0.5251068	383.723	0.843	5.335	0.079	67.500	No	0	Molto basso
12.60	257.500	192.776	21.790	51.324	3.624	0.5187365	380.805	0.838	5.216	0.079	66.109	No	0	Molto basso
12.80	261.800	195.115	21.507	51.376	3.627	0.5125188	377.948	0.832	5.101	0.079	64.777	No	0	Molto basso
13.00	266.100	197.454	21.230	51.429	3.631	0.5064484	375.149	0.827	4.990	0.079	63.501	No	0	Molto basso
13.20	270.400	199.792	20.960	51.482	3.635	0.5005202	372.406	0.822	4.883	0.078	62.279	No	0	Molto basso
13.40	274.700	202.131	20.697	51.535	3.638	0.4947292	369.717	0.816	4.780	0.078	61.107	No	0	Molto basso
13.60	279.000	204.470	20.439	51.588	3.642	0.4890706	367.081	0.811	4.680	0.078	59.983	No	0	Molto basso
13.80	283.300	206.808	20.187	51.641	3.645	0.48354	364.496	0.806	4.584	0.078	58.904	No	0	Molto basso
14.00	287.600	209.147	19.941	51.694	3.649	0.4781331	361.961	0.800	4.490	0.078	57.868	No	0	Molto basso
14.20	291.900	211.486	19.700	51.747	3.652	0.4728457	359.473	0.795	4.400	0.077	56.874	No	0	Molto basso
14.40	296.200	213.824	19.464	51.801	3.656	0.467674	357.033	0.790	4.313	0.077	55.918	No	0	Molto basso
14.60	300.500	216.163	19.234	51.854	3.659	0.4626143	354.638	0.784	4.228	0.077	54.999	No	0	Molto basso
14.80	304.800	218.502	19.008	51.908	3.663	0.4576628	352.286	0.779	4.146	0.077	54.116	No	0	Molto basso
15.00	309.100	220.840	18.787	51.962	3.666	0.4528162	349.977	0.774	4.067	0.076	53.266	No	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio = Molto basso

Prova di riferimento: CPT1 (campagna 2017)

Fattore sicurezza normativa 1,25

Profondità falda idrica 6 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,15

Fattore amplificazione 2.399

Tipo Suolo: E - Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs maggiore di 800m/s)

Morfologia: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,6

Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1

Magnitudo momento sismico (Mw) 5,5

Peak ground acceleration (PGA) 0,24

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0	1.6	19.5	21.5	0	0	3151.86	2891.64	0
2	1.6	5.4	19	21	0	0	3468.61	4303.16	0
3	5.4	10.8	19.5	21.5	0	0	3006.71	1574.95	0

Correzione per la magnitudo (MSF) 2.21

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CO	Resistenza alla punta corretta qcl (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Storzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
6.20	119.400	117.439	24.586	54.547	3.615	0.8515083	416.971	0.953	6.822	0.068	99.893	No	0	Molto basso
6.40	123.700	119.777	24.070	54.629	3.621	0.8348824	411.766	0.951	6.573	0.069	94.899	No	0	Molto basso
6.60	128.000	122.116	23.574	54.710	3.626	0.8188934	406.733	0.950	6.338	0.070	90.302	No	0	Molto basso
6.80	132.300	124.455	23.096	54.792	3.632	0.8035053	401.863	0.948	6.116	0.071	86.058	No	0	Molto basso
7.00	136.600	126.793	22.636	54.874	3.638	0.7886848	397.148	0.946	5.906	0.072	82.133	No	0	Molto basso
7.20	140.900	129.132	22.193	54.957	3.643	0.7744012	392.580	0.945	5.707	0.073	78.493	No	0	Molto basso
7.40	145.200	131.471	21.765	55.039	3.649	0.7606258	388.151	0.943	5.519	0.073	75.111	No	0	Molto basso
7.60	149.500	133.809	21.353	55.122	3.654	0.7473319	383.856	0.942	5.340	0.074	71.963	No	0	Molto basso
7.80	153.800	136.148	20.954	55.205	3.659	0.7344947	379.688	0.940	5.171	0.075	69.026	No	0	Molto basso
8.00	158.100	138.487	20.570	55.288	3.665	0.722091	375.641	0.939	5.010	0.076	66.283	No	0	Molto basso
8.20	162.400	140.825	20.197	55.372	3.670	0.7100993	371.710	0.937	4.856	0.076	63.715	No	0	Molto basso
8.40	166.700	143.164	19.837	55.456	3.675	0.6984994	367.889	0.936	4.711	0.077	61.308	No	0	Molto basso
8.60	171.000	145.503	19.489	55.540	3.680	0.6872724	364.174	0.934	4.572	0.077	59.049	No	0	Molto basso
8.80	175.300	147.841	19.152	55.624	3.685	0.6764006	360.561	0.933	4.439	0.078	56.925	No	0	Molto basso
9.00	179.600	150.180	18.825	55.709	3.690	0.6658674	357.044	0.931	4.313	0.079	54.925	No	0	Molto basso
9.20	183.900	152.519	18.508	55.794	3.695	0.6556573	353.620	0.928	4.192	0.079	53.111	No	0	Molto basso
9.40	188.200	154.857	18.201	55.879	3.700	0.6457554	350.285	0.923	4.077	0.079	51.542	No	0	Molto basso
9.60	192.500	157.196	17.903	55.964	3.705	0.6361482	347.035	0.918	3.967	0.079	50.058	No	0	Molto basso
9.80	196.800	159.535	17.613	56.050	3.709	0.6268228	343.867	0.912	3.861	0.079	48.655	No	0	Molto basso
10.00	201.100	161.873	17.332	56.136	3.714	0.6177667	340.779	0.907	3.760	0.079	47.326	No	0	Molto basso
10.20	205.400	164.212	17.059	56.222	3.719	0.6089687	337.766	0.902	3.664	0.080	46.066	No	0	Molto basso
10.40	209.700	166.551	16.794	56.308	3.723	0.6004176	334.826	0.896	3.571	0.080	44.871	No	0	Molto basso
10.60	214.000	168.889	16.536	56.395	3.728	0.5921034	331.956	0.891	3.482	0.080	43.736	No	0	Molto basso
10.80	218.300	171.228	16.285	56.482	3.733	0.5840163	329.154	0.886	3.396	0.080	42.658	No	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio = Molto basso

Prulli

Prova di riferimento: CPT2

Fattore sicurezza normativa	1,25
Profondità falda idrica	4,5 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock	0,15
Fattore amplificazione	2.399
Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	
Morfologia: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS)	1,48409
Coefficiente amplificazione topografica (ST)	1
Magnitudo momento sismico (Mw)	5,5
Distanza epicentro	20 Km
Peak ground acceleration (PGA)	0,2226135

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0	4	19,5	21	0	0	3726,53	1906,41	0
2	4	6,5	19	21	0	0	3783,41	2283,97	0

Correzione per la magnitudo (MSF)

1,69

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace CO	Resistenza alla punta corretta qcl (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
4,70	91,700	89,739	41,138	61,868	3,537	1,114347	623,220	0,964	22,592	0,085	267,304	No	0	Molto basso
4,90	95,900	91,977	40,092	61,938	3,544	1,087224	612,959	0,963	21,498	0,086	249,688	No	0	Molto basso
5,10	100,100	94,216	39,094	62,009	3,550	1,061391	603,125	0,961	20,484	0,088	233,843	No	0	Molto basso
5,30	104,300	96,455	38,143	62,079	3,556	1,036756	593,689	0,959	19,541	0,089	219,534	No	0	Molto basso
5,50	108,500	98,693	37,236	62,150	3,562	1,01324	584,627	0,958	18,663	0,090	206,565	No	0	Molto basso
5,70	112,700	100,932	36,368	62,221	3,568	0,9907659	575,915	0,956	17,845	0,092	194,771	No	0	Molto basso
5,90	116,900	103,171	35,538	62,293	3,574	0,9692675	567,533	0,955	17,080	0,093	184,010	No	0	Molto basso
6,10	121,100	105,409	34,744	62,364	3,579	0,9486823	559,461	0,953	16,365	0,094	174,163	No	0	Molto basso
6,30	125,300	107,648	33,982	62,436	3,585	0,9289533	551,682	0,952	15,695	0,095	165,128	No	0	Molto basso
6,50	129,500	109,887	33,252	62,508	3,590	0,9100282	544,179	0,950	15,067	0,096	156,816	No	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio = Molto basso

Area di Fondovalle – Le Fornaci

Prova di riferimento: CPT8

Fattore sicurezza normativa	1,25
Profondità falda idrica	4,5 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock	0,15
Fattore amplificazione	2,399
Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360	
Morfologia: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	
Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS)	1,48409
Coefficiente amplificazione topografica (ST)	1
Magnitudo momento sismico (Mw)	5,5
Distanza epicentro	20 Km
Peak ground acceleration (PGA)	0,2226135

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0	9,8	19,5	21	0	0	3415,66	1106,19	0

Correzione per la magnitudo (MSF) 1,69

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Pressione verticale (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace γ_0	Resistenza alla punta corretta q _{c1} (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (GRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
4,70	91,950	89,989	36,935	33,282	3,338	1,111251	429,094	0,964	7,428	0,085	87,888	No	0	Molto basso	
4,90	96,150	92,227	35,993	33,324	3,344	1,084277	422,741	0,963	7,106	0,086	82,541	No	0	Molto basso	
5,10	100,350	94,466	35,095	33,366	3,351	1,058582	416,643	0,961	6,806	0,088	77,713	No	0	Molto basso	
5,30	104,550	96,705	34,239	33,408	3,358	1,034076	410,783	0,959	6,526	0,089	73,337	No	0	Molto basso	
5,50	108,750	98,943	33,422	33,451	3,364	1,010679	405,147	0,958	6,265	0,090	69,354	No	0	Molto basso	
5,70	112,950	101,182	32,641	33,493	3,371	0,9883178	399,722	0,956	6,020	0,092	65,719	No	0	Molto basso	
5,90	117,150	103,421	31,894	33,536	3,377	0,9669245	394,495	0,955	5,790	0,093	62,390	No	0	Molto basso	
6,10	121,350	105,659	31,179	33,579	3,383	0,9464377	389,454	0,953	5,574	0,094	59,333	No	0	Molto basso	
6,30	125,550	107,898	30,493	33,622	3,389	0,926801	384,590	0,952	5,370	0,095	56,518	No	0	Molto basso	
6,50	129,750	110,137	29,835	33,665	3,395	0,9079625	379,893	0,950	5,179	0,096	53,920	No	0	Molto basso	
6,70	133,950	112,375	29,203	33,708	3,401	0,8898748	375,353	0,949	4,998	0,097	51,515	No	0	Molto basso	
6,90	138,150	114,614	28,596	33,751	3,407	0,8724934	370,962	0,947	4,828	0,098	49,285	No	0	Molto basso	
7,10	142,350	116,853	28,012	33,794	3,413	0,8557783	366,713	0,946	4,666	0,099	47,212	No	0	Molto basso	
7,30	146,550	119,091	27,450	33,838	3,418	0,8396913	362,599	0,944	4,514	0,100	45,282	No	0	Molto basso	
7,50	150,750	121,330	26,909	33,881	3,424	0,8241981	358,612	0,943	4,369	0,100	43,481	No	0	Molto basso	
7,70	154,950	123,569	26,388	33,925	3,430	0,8092663	354,747	0,941	4,232	0,101	41,798	No	0	Molto basso	
7,90	159,150	125,807	25,885	33,969	3,435	0,7948658	350,998	0,940	4,102	0,102	40,222	No	0	Molto basso	
8,10	163,350	128,046	25,400	34,012	3,440	0,780969	347,359	0,938	3,978	0,103	38,745	No	0	Molto basso	
8,30	167,550	130,285	24,931	34,056	3,446	0,7675497	343,825	0,937	3,860	0,103	37,357	No	0	Molto basso	
8,50	171,750	132,523	24,478	34,101	3,451	0,7545837	340,391	0,935	3,748	0,104	36,052	No	0	Molto basso	
8,70	175,950	134,762	24,040	34,145	3,456	0,7420486	337,053	0,933	3,641	0,105	34,823	No	0	Molto basso	
8,90	180,150	137,001	23,617	34,189	3,461	0,7299231	333,807	0,932	3,539	0,105	33,663	No	0	Molto basso	
9,10	184,350	139,239	23,207	34,233	3,466	0,7181875	330,649	0,930	3,442	0,106	32,569	No	0	Molto basso	
9,30	188,550	141,478	22,810	34,278	3,471	0,7068232	327,575	0,926	3,349	0,106	31,642	No	0	Molto basso	
9,50	192,750	143,717	22,425	34,323	3,476	0,6958131	324,581	0,920	3,260	0,106	30,786	No	0	Molto basso	
9,70	196,950	145,955	22,053	34,367	3,481	0,6851407	321,664	0,915	3,175	0,106	29,975	No	0	Molto basso	

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio = Molto basso

Prova di riferimento: CPT5

Fattore sicurezza normativa 1,25
 Profondità falda idrica 4,5 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,15
 Fattore amplificazione 2,399
 Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360
 Morfologia: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
 Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,48409
 Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1
 Magnitudo momento sismico (Mw) 5,5
 Distanza epicentro 20 Km
 Peak ground acceleration (PGA) 0,2226135

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0,5	6	19,5	0,5	0	0	2955,73	1107	0
2	6	8	19	21	0	0	3442,14	1480,8	0
3	8	10	19,5	21,5	0	0	3519,61	1078,73	0

Correzione per la magnitudo (MSF) 1,69

Profondità dal p.c. (m)	Pressione litostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione litostatica efficace (C)	Resistenza alla punta corretta qcl (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
4,70	87,850	85,889	33,391	38,600	3,415	1,164298	433,290	0,964	7,645	0,085	90,371	No	0	Molto basso
4,90	87,950	84,027	34,129	38,601	3,410	1,190089	439,655	0,963	7,983	0,086	92,367	No	0	Molto basso
5,10	88,050	82,166	34,901	38,603	3,405	1,217048	446,261	0,961	8,345	0,088	94,455	No	0	Molto basso
5,30	88,150	80,305	35,709	38,604	3,399	1,245257	453,123	0,959	8,732	0,090	96,643	No	0	Molto basso
5,50	88,250	78,443	36,555	38,605	3,393	1,274805	460,259	0,958	9,148	0,092	98,937	No	0	Molto basso
5,70	92,450	80,682	35,488	38,662	3,401	1,239434	452,273	0,956	8,684	0,094	92,360	No	0	Molto basso
5,90	96,650	82,921	34,480	38,719	3,409	1,205972	444,655	0,955	8,256	0,095	86,466	No	0	Molto basso
6,10	100,850	85,159	39,236	44,318	3,426	1,174269	516,273	0,953	12,877	0,097	132,948	No	0	Molto basso
6,30	105,050	87,398	38,183	44,374	3,433	1,144191	507,776	0,952	12,256	0,098	124,866	No	0	Molto basso
6,50	109,250	89,637	37,182	44,430	3,440	1,115614	499,643	0,950	11,680	0,099	117,546	No	0	Molto basso
6,70	113,450	91,875	36,231	44,486	3,446	1,088431	491,851	0,949	11,146	0,101	110,893	No	0	Molto basso
6,90	117,650	94,114	35,324	44,542	3,453	1,062541	484,377	0,947	10,649	0,102	104,826	No	0	Molto basso
7,10	121,850	96,353	34,460	44,599	3,460	1,037854	477,201	0,946	10,186	0,103	99,277	No	0	Molto basso
7,30	126,050	98,591	33,635	44,655	3,466	1,014287	470,304	0,944	9,754	0,104	94,188	No	0	Molto basso
7,50	130,250	100,830	32,846	44,712	3,472	0,9917679	463,670	0,943	9,351	0,104	89,508	No	0	Molto basso
7,70	134,550	103,169	32,060	44,770	3,479	0,969286	456,994	0,941	8,956	0,105	85,052	No	0	Molto basso
7,90	138,850	105,507	31,309	44,828	3,485	0,9478008	450,570	0,940	8,587	0,106	80,945	No	0	Molto basso
8,10	143,150	107,846	31,308	31,949	3,365	0,9272475	383,182	0,938	5,312	0,107	49,731	No	0	Molto basso
8,30	147,450	110,185	30,605	31,989	3,371	0,9075668	378,319	0,937	5,116	0,108	47,579	No	0	Molto basso
8,50	151,750	112,523	29,930	32,030	3,377	0,8887041	373,626	0,935	4,931	0,108	45,578	No	0	Molto basso
8,70	156,050	114,862	29,283	32,071	3,383	0,8706094	369,094	0,933	4,756	0,109	43,715	No	0	Molto basso
8,90	160,350	117,201	28,662	32,112	3,389	0,853237	364,713	0,932	4,592	0,109	41,976	No	0	Molto basso
9,10	164,650	119,539	28,066	32,153	3,395	0,8365442	360,476	0,930	4,436	0,110	40,350	No	0	Molto basso

9,30	168,950	121,878	27,492	32,195	3,401	0,8204921	356,376	0,926	4,289	0,110	38,961	No	0	Molto basso
9,50	173,250	124,217	26,940	32,236	3,406	0,8050444	352,405	0,920	4,150	0,110	37,685	No	0	Molto basso
9,70	0,000	0,000	26,940	32,236	3,406	0,8050444	352,405	0,920	4,150	0,110	37,685	No	0	Molto basso
9,90	0,000	0,000	26,940	32,236	3,406	0,8050444	352,405	0,920	4,150	0,110	37,685	No	0	Molto basso

IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio = Molto basso

Prova di riferimento: CPT1

Fattore sicurezza normativa 1,25
 Profondità falda idrica 4,5 m

DATI SIMICI

Accelerazione Bedrock 0,15
 Fattore amplificazione 2,399
 Tipo Suolo: C-Sabbie, ghiaie mediamente addensate, argille di media consistenza Vs30=180-360
 Morfologia: T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
 Coefficiente amplificazione stratigrafica (SS) 1,48409
 Coefficiente amplificazione topografica (ST) 1
 Magnitudo momento sismico (Mw) 5,5
 Distanza epicentro 20 Km
 Peak ground acceleration (PGA) 0,2226135

PARAMETRI GEOTECNICI

Strato Nr	Quota iniziale (m)	Quota finale (m)	Peso unità volume (KN/mc)	Peso unità volume saturo (KN/mc)	Numero colpi medio (Nspt)	D50 granuli (mm)	Resistenza qc (KPa)	Resistenza attrito laterale fs (KPa)	Velocità onde di taglio Vs (m/s)
1	0,8	3	19,5	0,5	0	0	2376,15	1357,24	0
2	3	5	19	21	0	0	2677,22	1425,89	0
3	5	10	19,5	21,5	0	0	4511,06	1562,2	0

Correzione per la magnitudo (MSF) 1,69

Profondità dal p.c. (m)	Pressione liostatica totale (KPa)	Pressione verticale effettiva (KPa)	Resistenza alla punta normalizzata Q	Attrito laterale normalizzato F(%)	Indice di comportamento Ic	Correzione per la pressione liostatica efficace CO	Resistenza alla punta corretta qc1 (KPa)	Coefficiente riduttivo (rd)	Resistenza alla liquefazione (CRR)	Sforzo di taglio normalizzato (CSR)	Coefficiente di sicurezza Fs	Suscettibilità di liquefazione	Indice di liquefazione	Rischio
4,70	91,050	89,089	29,029	55,135	3,578	1,122477	467,383	0,964	9,575	0,085	113,275	No	0	Molto basso
4,90	95,350	91,427	28,240	55,227	3,585	1,093765	459,617	0,963	9,110	0,086	105,778	No	0	Molto basso
5,10	99,650	93,766	47,047	35,413	3,301	1,066484	516,573	0,961	12,900	0,088	147,224	No	0	Molto basso
5,30	103,950	96,105	45,857	35,447	3,308	1,040532	508,664	0,959	12,320	0,089	138,371	No	0	Molto basso
5,50	108,250	98,443	44,724	35,482	3,314	1,015813	501,076	0,958	11,780	0,090	130,354	No	0	Molto basso
5,70	112,550	100,782	43,644	35,517	3,320	0,9922404	493,787	0,956	11,277	0,092	123,067	No	0	Molto basso
5,90	116,850	103,121	42,612	35,551	3,326	0,9697374	486,781	0,955	10,807	0,093	116,421	No	0	Molto basso
6,10	121,150	105,459	41,627	35,586	3,332	0,9482325	480,039	0,953	10,368	0,094	110,341	No	0	Molto basso
6,30	125,450	107,798	40,684	35,621	3,338	0,9276606	473,545	0,952	9,956	0,095	104,763	No	0	Molto basso
6,50	129,750	110,137	39,781	35,656	3,344	0,9079625	467,287	0,950	9,569	0,096	99,632	No	0	Molto basso
6,70	134,050	112,475	38,915	35,691	3,350	0,8890835	461,249	0,949	9,206	0,097	94,900	No	0	Molto basso
6,90	138,350	114,814	38,085	35,726	3,355	0,8709736	455,421	0,947	8,865	0,098	90,526	No	0	Molto basso
7,10	142,650	117,153	37,288	35,761	3,361	0,8535867	449,790	0,946	8,543	0,099	86,472	No	0	Molto basso
7,30	146,950	119,491	36,522	35,797	3,366	0,8368803	444,346	0,944	8,239	0,100	82,709	No	0	Molto basso

7,50	151,250	121,830	35,786	35,832	3,372	0,8208156	439,079	0,943	7,952	0,100	79,208	No	0	Molto basso
7,70	155,550	124,169	35,077	35,867	3,377	0,8053558	433,981	0,941	7,681	0,101	75,944	No	0	Molto basso
7,90	159,850	126,507	34,395	35,903	3,382	0,7904676	429,042	0,940	7,425	0,102	72,897	No	0	Molto basso
8,10	164,150	128,846	33,737	35,938	3,387	0,7761199	424,255	0,938	7,182	0,103	70,046	No	0	Molto basso
8,30	168,450	131,185	33,103	35,974	3,393	0,7622838	419,612	0,937	6,951	0,103	67,376	No	0	Molto basso
8,50	172,750	133,523	32,491	36,009	3,398	0,7489324	415,107	0,935	6,732	0,104	64,869	No	0	Molto basso
8,70	177,050	135,862	31,900	36,045	3,402	0,7360406	410,734	0,933	6,524	0,104	62,515	No	0	Molto basso
8,90	181,350	138,201	31,329	36,081	3,407	0,7235852	406,485	0,932	6,326	0,105	60,298	No	0	Molto basso
9,10	185,650	140,539	30,777	36,117	3,412	0,7115442	402,356	0,930	6,138	0,105	58,210	No	0	Molto basso
9,30	0,000	0,000	30,777	36,117	3,412	0,7115442	402,356	0,930	6,138	0,105	58,210	No	0	Molto basso
9,50	0,000	0,000	30,777	36,117	3,412	0,7115442	402,356	0,930	6,138	0,105	58,210	No	0	Molto basso
9,70	0,000	0,000	30,777	36,117	3,412	0,7115442	402,356	0,930	6,138	0,105	58,210	No	0	Molto basso
9,90	0,000	0,000	30,777	36,117	3,412	0,7115442	402,356	0,930	6,138	0,105	58,210	No	0	Molto basso

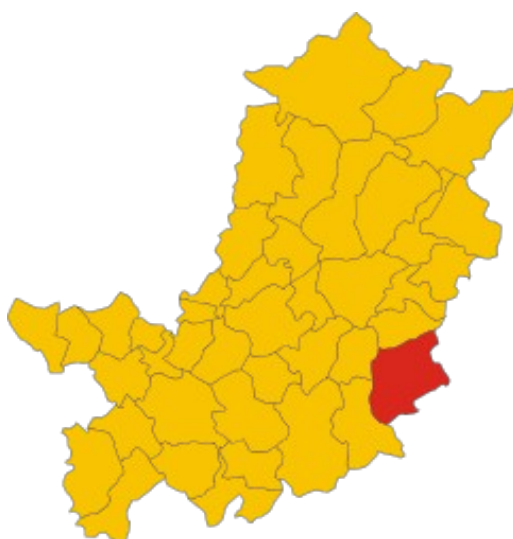
IPL (Iwasaki)=0 Zcrit=20 m Rischio = Molto basso

3. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO

Posto nel settore orientale della Provincia di Firenze al confine con quella di Arezzo, il territorio comunale di Reggello ricade nella porzione orientale del Valdarno Superiore e si sviluppa su una superficie di 121,68 kmq, in un ampio settore, interamente ubicato in destra idraulica del Fiume Arno e delimitato dal suo corso e dalle pendici della catena montuosa del Pratomagno.

L'area confina amministrativamente a nord con il Comune di Pelago, ad ovest con i Comuni di Rignano sull'Arno e Figline - Incisa Valdarno (confini segnati dal corso del Fiume Arno), a est coi Comuni di Castel San Niccolò e Montemignaio, mentre a sud con il Comune di Castelfranco Pian di Scò.



Ubicazione del Comune di Reggello nella configurazione della Provincia di Firenze

Il territorio comunale di Reggello fa parte dell'unità geografica del bacino del Fiume Arno, compreso tra i fondo valle dello stesso F. Arno (corso d'acqua che ne delimita territorialmente il perimetro occidentale) e la catena montuosa del Pratomagno (che ne definisce il limite territoriale orientale).

Le quote variano dai circa 100,0 m s.l.m. della località Sant'Ellero alla confluenza tra il Fiume Arno e il Torrente Vicano di Sant'Ellero, ai circa 1.530,0 m s.l.m. presso Poggio Uomo di Sasso; il capoluogo del comune è posto a una quota media di 390,0 m s.l.m..

Il paesaggio presenta una forte variabilità dei caratteri morfologici strettamente legati alla natura dei terreni.

In linea generale si possono distinguere tre grandi unità morfologico/paesaggistiche, molto diverse tra loro, anche se ciascuna con caratteri omogenei. La prima comprende le aree di pianura alluvionale, mentre le altre corrispondono a due grandi fasce, rispettivamente collinare e montuosa, che si sviluppano in direzione circa N-S, parallele al corso dell'Arno e al crinale dei monti del Pratomagno.

Il fondovalle del Fiume Arno e dei suoi affluenti maggiori, è caratterizzato da pianure alluvionali relativamente strette, formate in gran parte da terrazzi fluviali. Si tratta di aree antropizzate, in ciò favorite dalla morfologia pianeggiante e dalla presenza dei corsi d'acqua che, fin dall'antichità, hanno rappresentato le principali direttrici di traffico.

In particolare, nella fasce di fondovalle sono presenti gli aggregati dell'area commerciale del Leccio e gli abitati di Matassino, Vaggio, Ciliegi, San Clemente e Sant'Ellero.

Subito a monte delle aree alluvionali si ha una fascia a morfologia prevalentemente collinare, con forme tondeggianti e pendenze contenute, che si estende in direzione circa nord – sud, in corrispondenza dei depositi appartenenti principalmente al substrato calcareo marnoso - argillitico marnoso, in cui si è sviluppato un reticolo idrografico ramificato, afferente al Fiume Arno e ai suoi principali affluenti (Torrente Vicano di Sant'Ellero e Torrente Resco). In corrispondenza di questi rilievi collinari si ubicano alcuni dei principali centri abitati, tra cui il Capoluogo, Cascia, Cancelli, Pietrapiana e Donnini. Intorno ai suddetti nuclei urbani rimangono numerose aree destinate ad attività agricole, in particolare colture seminative, vigneti e oliveti. In questo settore le valli sono generalmente larghe e piatte, i versanti convessi o rettilinei, sebbene i corsi d'acqua che vi scorrono abbiano talora generato numerose vallecole dai fianchi ripidi.

Infine la porzione orientale del territorio comunale è costituito da forme morfologiche con pendenze più accentate poste in corrispondenza dei settori di maggior rilievo del settore occidentale della catena montuosa del Pratomagno, caratterizzato da vegetazione a bosco ceduo e da un substrato geologico costituito principalmente da rocce di natura arenacea.

3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E NOTAZIONI STRATIGRAFICHE

Il territorio comunale di Reggello risulta particolarmente interessante e complicato dal punto di vista geologico. Infatti è caratterizzato dalla presenza di terreni appartenenti a unità diverse che sono stati coinvolti in movimenti di sovrascorrimento legati alla orogenesi appenninica.

Il territorio del Comune di Reggello è collocato ai piedi e nella porzione occidentale e nord-occidentale (versante valdarnese) della dorsale del Pratomagno che, da un punto di vista strutturale, consiste in una grossa monoclinale con immersione verso NE, con versanti, corrispondenti al versante di testata di strato, maggiormente ripidi e incisi da valli che, pur essendo incassate, sono comparativamente più brevi (Torrente Vicano di Sant'Ellero e Torrente Resco).

Da un punto di vista geologico appartiene alla fascia centrale della catena orogenetica dell'Appennino settentrionale, parte integrante della fascia di deformazione perimediterranea sviluppatasi prevalentemente in tempi neogenici e costituita da una struttura complessa di falde e thrust formatasi in relazione a più fasi tettoniche. Queste sono legate agli eventi verificatisi a partire dal Cretaceo superiore in seguito alla completa chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese ed alla successiva collisione continentale tra la placca europea e quella adriatica.

In tale contesto si distinguono una fase oceanica ed una fase ensialica. La fase oceanica inizia al limite tra il Cretaceo inferiore ed il Cretaceo superiore, e termina nell'Eocene medio con la completa chiusura dell'Oceano Ligure-Piemontese. Durante questa fase si forma un prisma d'accrezione costruito dall'impilamento per sottoscorrimento verso W delle coperture oceaniche e di parte del loro basamento, che andranno così a costituire le cosiddette Unità Liguri. Segue, nell'Eocene medio-superiore la collisione tra il margine continentale europeo (Sardo-corso) e quello adriatico che dà inizio alla fase intracontinentale dell'orogenesi appenninica. In questa fase si ha lo sviluppo di una tettonica a thrust e falde con sottoscorrimento verso W dell'Unità Toscane, prima, e di quelle Umbro-marchigiane poi, sotto le unità precedentemente impilate. Fenomeni gravitativi e di retroscorrimento, anche importanti, accompagnano in superficie questa strutturazione crostale. In questa fase il fronte compressivo, che migra verso E, è seguito, a partire dal Miocene medio, da un fronte distensivo, legato alla distensione crostale che ha portato all'apertura del Bacino Tirrenico. Attualmente i due regimi tettonici diversi coesistono in due fasce contigue della catena: nel versante tirrenico è attivo il regime distensivo, in quello adriatico quello compressivo.

Da un punto di vista regionale questa complessa storia tettonica ha portato prima (Cretaceo superiore-Eocene) allo sradicamento delle Unità Liguri dal loro substrato oceanico e al loro appilamento su se stesse secondo un ordine tettonico-geometrico che vede in alto le unità più interne e in basso le più esterne, tra cui ricordiamo l'Unità della Calvana. Tutto questo complesso di Unità Liguri sovrasta tettonicamente l'Unità di Canetolo (Eocene-Oligocene) attribuita a una zona di transizione con il margine continentale adriatico. Successivamente, dopo la messa in posto della Falda Toscana (Dominio Toscano interno), avvenuta nel Miocene medio-superiore, sopra la più esterna Unità Cervarola-Falterona, le Unità Liguri si sono rimosse, per mettersi in posto prima sopra la Falda Toscana, e poi sopra l'Unità Cervarola-Falterona già sovrascorsa verso E (Tortoniano) sulla Marnoso arenacea del Dominio Umbro-Marchigiano.

Successivamente alla loro prima messa in posto, i principali accavallamenti sono stati rimobilizzati e riattivati secondo sovrascorrimenti minori interni alle varie unità, dando localmente geometrie molto complesse con sovrascorrimenti precedentemente tagliati e ripiegati da quelli successivi. Tali fasi compressive sono riferibili principalmente al Messiniano, al Pliocene inferiore e nei settori più esterni al Pliocene superiore.

Nel frattempo erano cominciati nelle aree più occidentali i movimenti disgiuntivi che hanno portato, attraverso una serie di faglie normali principali immergenti verso W, allo smembramento della catena a falde, precedentemente costituita, con lo sviluppo di depressioni tettoniche a semi graben (bacini intermontani) sempre più giovani da W verso E, tra cui ricordiamo il bacino del Valdarno superiore, sviluppatosi a partire dal Pliocene superiore, e i bacini di Firenze-Pistoia, del Mugello e del Casentino, attivi dal Pleistocene inferiore.

Questi bacini estensionali sono stati interessati anche da vari eventi compressivi, che si sarebbero alternati alla prevalente tettonica estensionale. Vi sono ancora indeterminazioni nel definire queste pulsazioni, se siano da mettere in relazione con generali shock compressivi dell'intera catena appenninica, oppure se siano legate a costipamento laterale causato da repentini approfondimenti dei bacini in concomitanza con pulsazioni estensive maggiormente pronunciate legate alle maggiori compressioni nella zona esterna della catena.

In particolare e con riferimento ai suddetti bacini, il Comune di Reggello si estende all'interno del bacino del Valdarno Superiore.

Questo è uno dei bacini intermontani più estesi dell'Appennino Settentrionale, ubicato tra la dorsale del Pratomagno e i Monti del Chianti e costituisce una depressione tettonica asimmetrica, allungata in direzione NO-SE per circa 35 km, con una larghezza massima di 15 km.

Il bacino è riempito da circa 550 m di depositi fluvio-lacustri di età compresa fra il Pliocene superiore ed il Pleistocene medio.

Il substrato del bacino è costituito principalmente dalle arenarie oligoceniche-mioceniche del Macigno, nel margine sud-occidentale, e dalle arenarie mioceniche del Falterona-Cervarola nel margine nord-orientale.

Nella stretta di Incisa e nella soglia di Rignano, alla base dei depositi fluvio-lacustri, affiorano lembi di unità liguri e sub-liguri che localmente sormontano le arenarie oligoceniche e mioceniche.

Il bacino presenta una marcata asimmetria strutturale, con il margine sud-occidentale poco inclinato e il margine nord-orientale molto inclinato in corrispondenza del quale, alla base della dorsale del Pratomagno, si è impostato il sistema di faglie principali.

L'evoluzione tettonico-sedimentaria del bacino del Valdarno superiore è caratterizzata da tre fasi tettoniche di approfondimento legate a momenti di attivazione e riattivazione di faglie dirette ad andamento appenninico (NO-SE) ed alle quali sono associate altrettanti episodi di sedimentazione. Gli eventi deposizionali sono quindi riconducibili a tre principali fasi dell'evoluzione geologica del bacino valdarnese che vide la sua prima formazione nel Pliocene superiore, un suo successivo ampliamento nel Pleistocene inferiore ed una definitiva fase di colmamento nel Pleistocene medio.

Si sono così accumulate tre successioni distinte, separate da limiti netti, rappresentati da discordanze angolari, *hiatus* deposizionali e superfici di erosione estese su tutto il bacino. Dato il contenuto paleontologico di queste successioni è possibile collocare questa evoluzione tettonico-sedimentaria a cavallo tra il Pliocene superiore ed il Pleistocene medio-superiore.

Una quarta fase di erosione e terrazzamento si ebbe nel Pleistocene superiore con la formazione di una rete idrografica simile all'attuale.

Le successioni sedimentarie individuate nel Valdarno superiore sono separate da discordanze stratigrafiche nette, per questo motivo è importante assumere il concetto di UBSU (Unconformity Bounded Stratigraphic Unit o Unità a Limiti Inconformi).

Il Sintema è l'unità fondamentale delle UBSU il cui nome deriva dal greco "syn" (insieme) e "them" (deposito di). Se utile e necessario, un Sintema può essere suddiviso in due o più Sub-sintemi e due o più Sintemi possono essere raggruppati in un Super-sintema.

Pertanto nel territorio comunale oltre che le Unità Liguri, Sub Liguri e Toscane, affiorano i termini del Sintema del Valdarno Superiore, costituiti da sedimenti di origine fluvio-lacustre di età plio-pleistocenica. Nei settori vallivi alle suddette formazioni si sovrappongono i terreni recenti di copertura costituiti dai depositi eluvio-colluviali, dalle alluvioni recenti, terrazzate e non e dai depositi alluvionali attuali.

Dal punto di vista geologico il territorio comunale si può dividere quindi, in maniera schematica, in due zone, una occidentale caratterizzata dalla presenza di terreni flyschoidi da calcareo marnosi ad argillitico marnosi e arenaceo siltitici appartenenti al Dominio Ligure (Unità di Monte Morello) e Subligure (Unità di Canetolo), e

l'altra orientale con presenza di terreni appartenenti alle formazioni torbiditiche arenacee del Dominio Toscano (Unità di M. Cervarola e Falda Toscana). Nella porzione centrale e occidentale del territorio comunale, come substrato dei depositi dei Sintemi del Valdarno superiore, si rinvencono i terreni flyschoidi da calcareo marnosi ad argillitico marnosi e arenaceo siltitici appartenenti al Dominio Ligure (Unità di Monte Morello) e Subligure (Unità di Canetolo)

Le rocce più antiche affioranti nell'area in esame sono quelle appartenenti alle unità del Dominio Ligure, in particolare alle formazioni cretacico-eoceniche del Dominio Ligure Esterno (Unità di Monte Morello) che giacciono in discordanza sui depositi torbiditici oligo-miocenici del Dominio Toscano (Unità di M. Cervarola – Falterona e Falda Toscana), a seguito del sovrascorrimento e sovrapposizione in età miocenica (medio-superiore) delle Unità Liguri e Sub-Liguri sui terreni appartenenti al Dominio Toscano.

In particolare, nel settore di interesse le formazioni cretacico-eoceniche dell'Unità di Monte Morello sono composte principalmente dalla Formazione di Sillano, costituita dall'alternanza di prevalenti argilliti, calcilutiti, marne calcaree e argillitiche e livelli arenacei e calcarenitici, dalla Pietraforte costituita da arenarie e siltiti e dalla Formazione di Monte Morello, flysch carbonatico costituito da prevalenti calcari marnosi, calcari micritici, marne e subordinati livelli argillitici. Le formazioni paleocenico-oligoceniche del Dominio Subligure sono costituite da formazioni prevalentemente argillitico-calcaree (i.e Argille e Calcari di Canetolo) e da depositi torbiditici arenacei (Arenarie di Monte Senario) con associati depositi calcareo marnosi e arenaceo calcarei (Brecce di Monte Senario).

Per quanto riguarda le formazioni torbiditiche oligo-mioceniche del Dominio Toscano, affiorano le litologie appartenenti alla formazione delle Arenarie del M. Falterona nelle sue varietà di litofacies, da quella arenaceo torbiditica con intercalazioni pelitico siltitiche, a quella olistostromica caratterizzata da brecce argillose e calcaree in matrice argillitica e alla Falda Toscana contraddistinta dalla presenza della formazione del Macigno nel litofacies tipica arenacea, della litofacies marnosa (Marne dei San Polo) e della litofacies olistostromica.

Per quanto riguarda i depositi Plio-pleistocenici il Sintema del Valdarno Superiore è suddiviso in tre Sub-sintemi: il Sub-sintema di Monticello-Ciuffenna (terza fase deposizionale fluvio-lacustre), il Sub-sintema di Montevarchi (seconda fase deposizionale fluvio-lacustre) e il Sub-sintema di Castelnuovo (prima fase deposizionale fluvio-lacustre).

I terreni del Sub-sintema di Castelnuovo (prima fase deposizionale fluvio-lacustre) costituiscono la prima fase del riempimento del bacino valdarnese. Infatti alla fine del Pliocene esisteva già all'altezza di Castelnuovo dei Sabbioni una conca lacustre, più stretta del successivo bacino villafranchiano, nella quale si depositarono, trasportati dai corsi d'acqua provenienti dai Monti del Chianti, abbondanti spessori di argille lignitifere e di sabbie. Questi sedimenti si rinvencono in affioramento unicamente in sinistra d'Arno e non si ritrovano pertanto in Comune di Reggello.

Nel Pleistocene inferiore, in seguito all'ampliamento del bacino, comincia la deposizione dei sedimenti della seconda fase (Sub-sintema di Montevarchi). Nelle aree centrali della conca lacustre si ebbe la sedimentazione di terreni a granulometria prevalentemente fine costituenti tale sub-sintema. In corrispondenza dei corsi d'acqua

che scendevano dai rilievi circostanti si formavano invece apparati di delta-conoide caratterizzati da sedimenti più grossolani.

Dopo una lacuna di circa un milione di anni, nel Pleistocene medio cominciò la fase di colmamento subaereo (terza fase). In prossimità delle dorsali del Pratomagno e del Chianti essa è rappresentata dai depositi di ciottolami e sabbie di conoide riconducibili al gruppo del T. Ciuffenna. Nella parte assiale del bacino invece si ebbe la deposizione di sedimenti fluviali, attribuibili al gruppo di Monticello.

All'interno del Comune di Reggello si possono incontrare unità geologiche riconducibili al Sub-sistema di Monticello-Ciuffenna e a quello di Montevarchi.

Per quanto riguarda i depositi alluvionali, questi sono presenti in maniera diffusa lungo i corsi d'acqua principali (Fiume Arno) e dei loro affluenti.

Nei settori vallivi alle suddette formazioni si sovrappongono i terreni recenti di copertura costituiti dai depositi eluvio-colluviali, dai depositi detritici di versante, dalle alluvioni recenti e dai depositi alluvionali attuali.

In particolare il settore in esame è caratterizzato principalmente dalla presenza di depositi eluvio-colluviali, costituiti da materiale con elementi eterometrici prevalentemente fini in abbondante matrice sabbioso-limosa, derivanti da trasporto per ruscellamento e di depositi detritici di versante e di frana, costituiti da accumuli di materiale litoide eterometrico. Inoltre nei settori vallivi si riscontrano i depositi alluvionali recenti e attuali, costituiti da ciottolami in matrice limoso-sabbiosa con tessitura da clasto a matrice sostenuta, ghiaie, sabbie e limi talora variamente pedogenizzati.

In corrispondenza dei settori urbanizzati si ha la presenza di terreni antropici di riporto.

I terreni oggetto di studio appartengono pertanto, per la quasi totalità, ad eccezione dei depositi di copertura, alle formazioni del substrato cretaceo-cenozoico e le suddivisioni litostratigrafiche o allostratigrafiche che sono proposte in letteratura permettono di avere un quadro completo ed esaustivo dei caratteri litologici e sedimentologici, nonché del significato paleo-ambientale della successione in esame.

3.3 DESCRIZIONE DELLE FORMAZIONI

In dettaglio, nell'area del Comune di Reggello, si ritrova, dall'alto verso il basso stratigrafico e con nomenclatura congruente con il Progetto CARG (Cartografia Geologica Regione Toscana) e con il Continuum Territoriale Geologico della Regione Toscana:

DEPOSITI ANTROPICI

Sono terreni di origine antropica (h5) individuati nelle aree urbane dei centri abitati.

DEPOSITI QUATERNARI

Sono costituiti dalle coltri detritiche riconducibili a:

- coltri di frana (F)
- depositi di versante (aa) e di falda (a3a) (*Olocene*)

- depositi alluvionali attuali (b) (*Olocene*)
- depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna) (*Olocene*)
- depositi eluvio-colluviali (b2a) (*Olocene*)

I depositi alluvionali attuali (b) sono i depositi dei letti fluviali attuali, soggetti ad evoluzione, attraverso processi fluviali ordinari, costituiti da sabbie, limi e ghiaie e da depositi prevalentemente limoso sabbiosi nel caso delle piane alluvionali minori.

I depositi alluvionali recenti, terrazzati o non terrazzati (bna) sono riconducibili a depositi di piana alluvionale, costituiti prevalentemente da ciottolati in matrice limoso-sabbiosa, ghiaie, sabbie e limi talora variamente pedogenizzati.

I corpi di frana (F) e i depositi detritici (aa) di versante e di falda (a3a) sono costituiti da elementi eterometrici prevalentemente grossolani, dispersi in matrice sabbiosa e sabbioso limosa e si trovano accumulati per gravità lungo i versanti o ai piedi di scarpate.

I depositi eluvio-colluviali (b2a) sono costituiti da elementi eterometrici a granulometria minore del detrito di versante, in abbondante matrice sabbioso-limosa, derivanti dall'alterazione del substrato ed accumulati in posto dopo breve trasporto per ruscellamento e per gravità.

SINTEMA DEL VALDARNO

Sub-sintema di Monticello - Ciuffenna

Fanno parte di tale sub-sintema le seguenti formazioni:

- Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) (*Pleistocene Medio*)

Sabbie limose e/o limi sabbiosi, bruno-giallastri e rossastri, di regola pedogenizzati con intercalazioni di sabbie, talora ghiaiose e livelli di limi argillosi e argille torbose.

- Sabbie del Tasso (STA) (*Pleistocene Medio*)

Sabbie quarzoso-feldspatiche, mal classate e di colore da bruno-giallastro a grigio-giallastro, ma talvolta ocracee per alterazione. Locali intercalazioni lentiformi di ciottolami minuti ad elementi ad elementi arenacei e di limi e argille talora torbose.

- Sabbie di La Loccaia (LOC) (*Pleistocene Medio*)

Sabbie e ghiaie con clasti prevalentemente arenacei con intercalazioni di limi sabbiosi bruno-rossastri spesso pedogenizzati.

- Sabbie di Levane (SLE) (*Pleistocene Inferiore*)

Sabbie fluviali quarzoso-feldspatiche di colore giallo chiaro o grigiastre e ciottoletti silicei talora arenacei ed intercalazioni di livelli limosi.

- Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO) (*Pleistocene Inferiore/Medio*)

Ciottolami ad elementi arenacei di colore da giallo-rossastro a bruno con matrice sabbioso-limosa relativamente abbondante.

Sub-sintema di Montevarchi

Fanno parte di tale sub-sintema le seguenti formazioni:

- Ciottolami della Penna (CPE) (*Pleistocene Inferiore*)

Ciottolami ad elementi arenacei, molto alterati, di colore ocraceo o bruno-rossastro, con matrice sabbioso-limosa relativamente abbondante; al tetto i ciottolami si presentano profondamente alterati e talora interessati da screziature di colore rosso.

- Formazione di Casa la Querce (CCQ) (*Pleistocene Inferiore*)

Ciottolami giallastri-ocracei ad elementi arenacei in banchi e lenti con irregolari intercalazioni di sabbie e limi di colore giallastro e grigio. Locali paleosuoli.

- Sabbie di Borro Cave (SBC) (*Pleistocene Inferiore*)

Alternanza irregolare di sabbie giallastre, sabbie limose e limi sabbioso-argillosi grigi o grigio-giallastri con intercalazioni di banchi di argille limoso-sabbiose grigio-azzurrognole e di lenti di ciottolami ad elementi arenacei. Presenza di paleosuoli.

- Ciottolami di Leccio (CL) (*Pleistocene Inferiore*)

Conglomerati e ciottolami ad elementi arenacei, molto alterati, di colore ocraceo o bruno-rossastro, con matrice sabbioso-limosa relativamente abbondante. I ciottolami possono essere ad elementi arenacei (CLb) o ad elementi calcareo-marnosi (CLa).

- Limi del Torrente Oreno (LSO) (*Pleistocene Inferiore*)

Limi grigi e grigio-azzurrognoli, talora argillosi o sabbiosi, spesso intensamente bioturbati, con intercalazioni di sabbie e sabbie limose grigie o giallastre, talora arrossate; frequenti le intercalazioni di banchi di argille grigio-azzurrognole e locali lenti di ciottolami ad elementi arenacei, paleosuoli e concrezioni calcaree.

- Argille del Torrente Ascione (ASC) (*Pleistocene Inferiore*)

Argille, argille limose e sabbie argillose di colore grigio contenenti abbondanti frammenti vegetali; argille torbose nerastre e livelli di lignite; frequenti intercalazioni di banchi di sabbie e sabbie ciottolose giallastre, talora arrossate.

- Limi di Terranuova (TER) (*Pleistocene Inferiore*)

Limi argilloso-sabbiosi grigi e argille talora sabbiose grigio-azzurrognole; frequenti intercalazioni di banchi e lenti di sabbie giallastre talora arrossate; locale presenza di paleosuoli.

Il substrato litoide del territorio comunale è costituito dalle formazioni litoidi riconducibili al Dominio Subligure (Unità di Canetolo), al Dominio Ligure Esterno (Unità di Monte Morello) e al Dominio Toscano (Falda Toscana e Unità di M. Cervarola – Falterona).

DOMINIO SUBLIGURE – UNITA' DI CANETOLO

- Arenarie di Monte Senario (SEN) (*Eocene Medio/Superiore - Oligocene Inferiore*)

Alternanze di arenarie quarzoso-feldspatiche e di arenarie -pelitiche in strati da medi a molto spessi e, più frequentemente, in banchi, con base molto grossolana e presentano laminazione pianoparallela e convoluta. Il rapporto A/P è generalmente compreso tra 1 e 3. Le arenite, di colore giallastro, hanno composizione quarzoso-feldspatica e granulometria da medio-fine a grossolana, fino a microconglomeratica. Presenza di clay chips. Talora sono presenti intercalazioni di strati calcareo-marnosi, di spessore medio, grigi, a frattura scheggiata.

- Brecce di Monte Senario (BMS) (*Eocene Medio*)

Si tratta di calcari, calcari marnosi grigi, marne argillose alternate ad arenarie-arenarie calcaree torbiditiche, talvolta grossolane. Verso il tetto della formazione le arenarie aumentano, fino ad un rapporto arenaria / calcare > 3.

- Argille e Calcari di Canetolo (ACC) (*Paleocene Inferiore - Eocene Medio*)

Argilliti variegata, fissili, argille marnose verdi, bruno-rossastre e grigio scuro o nerastre, in strati da medi a molto spessi, con intercalazioni di ed alternate a strati da sottili a spessi di calcilutiti color avana, di calcareniti fini e finissime grigio scure, di marne calcaree biancastre e grigie, di calcari marnosi scheggiosi e fratturati grigi o verdi con spalmature di ossido di manganese e di calcari torbiditici grigio-biancastri.

Nel complesso dei terreni appartenenti alla formazione si ritrovano in eteropia latero verticale depositi appartenenti alla litofacies calcareo-argillitica (ACCa), di età eocenico-paleocenica delle Argille e Calcari di Canetolo. Si tratta di alternanza di argilliti, siltiti e calcari micritici in strati da sottili a spessi.

DOMINIO LIGURE ESTERNO – UNITA' DI MONTE MORELLO

- Formazione di Monte Morello (MLL) (*Eocene*)

Si tratta di un'alternanza di marne giallo-brune con frattura a saponetta, calcari marnosi bianco-giallastri a grana finissima e frattura concoide, argilliti ed argilliti marnose grigie, arenarie calcarifere micacee avana e rare calcareniti biancastre, di natura torbiditica (talora la base degli strati è calcarenitica). Localmente sono presenti liste di selce nera. Lo spessore degli strati varia da pochi centimetri ad alcuni metri. Verso la base è presente talora una litofacies prevalentemente marnosa con colorazioni che variano dal rosa al verdastro e con rare intercalazioni di marne argillose brune.

Il passaggio alla sottostante Formazione di Sillano avviene in modo brusco con la comparsa di argilliti nere e brune. La natura di tale passaggio è incerta: in vari casi potrebbe essere stratigrafica ma in altri la netta discordanza angolare tra le due formazioni e la presenza di un certo grado di tettonizzazione nella Formazione di Sillano farebbe supporre una natura tettonica.

- Pietraforte (PTF) (*Cretaceo Superiore*)

Regolare alternanza di arenarie torbiditiche quarzoso-calcaree grigie e di peliti argillitiche, in strati gradati da medi a molto spessi con granulometria alla base degli strati medio-grossolana e rapporto A/P generalmente > 1. Le arenarie si presentano marroni-giallastre in superficie alterata e grigie al taglio. Si tratta di depositi torbiditici presumibilmente intercalati nella Formazione di Sillano.

- Formazione di Sillano (SIL) (*Cretaceo Superiore – Eocene Inferiore*)

Argilliti e siltiti fogliettate, grigio scure, nerastre, rosse, marroni e verdastre, alternate a strati calcarei, calcarenitici e calcareo-marnosi torbiditici a grana fine, talora litografici, da sottili a molto spessi, di colore nocciola o giallastri all'alterazione, grigio chiari al taglio, talvolta con patina verdastra. Frequenti strati gradati calcarenitici da medio-fini a grossolane grigio-scure, marroni all'alterazione. I livelli calcarei si presentano spesso con fatturazione ad incudine.

DOMINIO TOSCANO – FALDA TOSCANA

- Macigno (MAC) (*Oligocene Medio/Superiore - Miocene Inferiore*)

Arenarie torbiditiche quarzoso-feldspatiche-micacee, spesso gradate di colore grigio, giallastre per alterazione, e a granulometria generalmente da media a grossolana, in strati di spessore fino a circa 4 metri con intercalazioni centimetrico-decimetriche di peliti siltose grigio-scure. Nella parte superiore risultano relativamente comuni anche intercalazioni decimetriche-metriche di calcilutiti marnose/marne calcaree e di argilliti nerastre.

- Marne di S.Polo (MACc) (*Oligocene Superiore - Miocene Inferiore*)

Marne e marne siltose grigie o grigio giallastre a frattura scheggiata, con intercalazioni di siltiti ed arenarie fini torbiditiche. Caratterizzano la parte superiore del Macigno e sono generalmente associate al tetto degli olistostromi.

- Olistostromi (MACo) (*Oligocene Superiore - Miocene Inferiore*)

Brecce argillose di elementi calcarei micritici, siltiti, in matrice argillitica da bruna ad ocrea intercalate nella parte superiore del Macigno.

DOMINIO TOSCANO – UNITA' DI M. CERVAROLA-FALTERONA

- Arenarie del Monte Falterona – Membro di Lonnano (FAL4) (*Miocene Inferiore*)

Siltiti, argilliti e marne prevalenti, $A/P < 1/4$, con presenza di sottili livelli di arenarie fini il cui spessore non supera mai i 20 cm. Le marne sono generalmente di colore grigio chiare, molto fratturate, mentre le altre peliti sono generalmente più scure. I livelli arenacei sono invece di colore grigio-marrone.

- Arenarie del Monte Falterona – Membro di Montalto (FAL3) (*Oligocene Superiore - Miocene Inferiore*)

Arenarie, marne, argilliti e siltiti con $1/4 < A/P < 2$. Stratificazione da molto sottile a molto spessa, talora in banchi. Si alternano pacchi decametrici di strati sottili con peliti prevalenti a banchi o strati molto spessi ravvicinati. Sono presenti, specialmente verso la base, numerosi livelli calcarenitici, in strati da medi a molto spessi. Nella parte alta del membro prevalenti peliti con rari banchi arenacei.

All'interno del Membro di Montalto si rinviene una litofacies siltoso arenacea (FAL3c) costituita da prevalenti livelli siltitico arenacei color grigio in strati da fini a medi, talora grossolani.

- Arenarie del Monte Falterona – Membro di Camaldoli (FAL2) (*Oligocene Superiore*)

Arenarie grigio chiare e grigio verdi in strati dello spessore di 0.5-2 metri e peliti subordinate, $2 < A/P < 10$, le arenarie sono sempre molto grossolane e con quasi totale assenza di componenti carbonatici (né clasti, né cemento), si presentano in pacchi di 7-10 strati di arenaria con assenza di pelite, alternati a livelli dello spessore di un paio di metri di siltiti e argilliti scure con poche marne. Sono presenti livelli calcarenitici in strati da medi a spessi.

- Arenarie del Monte Falterona – Membro di Montefalco (FAL1) (*Oligocene Superiore*)

Arenarie grigie in strati spessi in banchi amalgamati talora a base microconglomeratica.

- Arenarie del Monte Falterona – Litofacies olistostromica (FALa) (*Oligocene Superiore - Miocene Inferiore*)

Arenarie grigio chiare e grigio verdi in strati dello spessore di 0.5-2 metri e peliti subordinate, $2 < A/P < 10$, le arenarie sono sempre molto grossolane e con quasi totale assenza di componenti carbonatici (né clasti, né cemento), si presentano in pacchi di 7-10 strati di arenaria con assenza di pelite, alternati a livelli dello spessore di un paio di metri di siltiti e argilliti scure con poche marne. Sono presenti livelli calcarenitici in strati da medi a spessi.

3.4 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Da un punto di vista geomorfologico il territorio comunale è talora interessato sia da forme e processi di erosione idrica e del pendio, sia da forme e processi dovuti a gravità, nonché da forme di origine artificiale (antropica).

Per quanto riguarda la prima tipologia sono presenti forme di denudazione ed erosione (orlo di scarpata fluviale o di terrazzo, orlo rimodellato di scarpata o debole rottura di pendio aree soggette ad erosione superficiale). Tra la forme e i processi dovuti a gravità si ha la presenza di forme di denudazione (aree in frana e aree instabili per

soliflusso generalizzato). Infine si hanno forme antropiche (artificiali) costituite da orli di scarpata di origine antropica, argini artificiali, rilevati stradali e ferroviari, cave.

Il territorio del Comune di Reggello è, come già accennato, caratterizzato dalla presenza di zone mediamente acclivi accanto ad altre dalla morfologia decisamente più acclive; queste differenze, così come le diverse forme prodotte dagli agenti esogeni ed endogeni, sono in relazione alla diversa natura del substrato geologico.

L'indagine geomorfologica si propone, attraverso un'analisi delle forme del paesaggio, di individuare i processi morfogenetici che agiscono nell'area e che nel loro insieme costituiscono la dinamica morfologica.

Senza dubbio questa caratterizzazione fornisce un'ampia gamma di informazioni (dagli aspetti puramente fisici all'assetto delle forme naturali ed antropiche), ma nell'ambito della tutela del territorio lo scopo da perseguire è quello di valutare i processi di maggiore rilievo e la loro influenza sull'ambiente.

E' importante sottolineare che dalla lettura geomorfologica del territorio si devono ricavare non solo le informazioni sulle situazioni di degrado in atto, ma anche le correlazioni fra i vari elementi del paesaggio, che consentono di prevedere le dinamiche evolutive dell'ambiente.

La potenzialità previsionale geomorfologica deve venire usata e sviluppata nel modo più opportuno per ottenere una migliore gestione del territorio.

Lo studio geomorfologico del territorio, infatti, fornisce una grande quantità di informazioni utili per valutare lo stato della dinamica morfologica dell'area e per prevedere la sua evoluzione nel periodo immediatamente successivo allo studio stesso.

Con riferimento alla Carta Geomorfologica in scala 1:10.000 (tavv. T.GEO 03 nei quadranti NW, NE, SW e SE) contenuta negli elaborati del supporto geologico tecnico costituenti il quadro conoscitivo del Piano Strutturale vigente (Geo Eco Progetti, gennaio 2017), si riassumono i caratteri geologici che contraddistinguono il territorio comunale di Reggello.

Il quadro geomorfologico è stato analizzato in base ad osservazioni stereoscopiche di aerofotogrammi diacronici relativi a differenti voli eseguiti in periodi successivi a partire dal 1982, congiuntamente all'analisi critica dei documenti presenti per l'area di interesse, la comparazione tra dati provenienti da diverse fonti e in base alla verifica puntuale mediante il rilevamento sul campo.

I documenti presi in esame consistono nelle cartografie del piano strutturale vigente al momento dei rilievi, i dati geomorfologici forniti dal Servizio Geologico – ISPRA, la banca dati frane ed i dati geomorfologici della Regione Toscana (BD_Frane, BD_Geom), la banca dati frane ISPRA (Progetto IFFI), i dati relativi al "Censimento delle aree in dissesto da frana" allestito da parte della Autorità di Bacino del Fiume Arno ed il censimento frane della Provincia di Firenze.

Le notazioni ricavate dalla fotointerpretazione e dall'analisi critica dei dati bibliografici sono state verificate in campagna ed integrate a mezzo rilevamento geomorfologico

Prima di passare all'analisi dei processi morfogenetici ed alle relative forme, è opportuno specificare la distinzione che è stata adottata in cartografia per quanto riguarda le forme attive e quiescenti e le forme inattive.

E' da sottolineare che la chiave interpretativa adottata è stata scelta in base agli obiettivi da raggiungere, ossia ottenere uno strumento valido per valutare lo stato del territorio ed individuare dove intervenire per risanare o prevenire eventuali dissesti e dove, invece, prevedere nuove espansioni urbanistiche.

Per **fenomeni attivi** si intendono quelli in continua evoluzione, le cui dinamiche e modificazioni possono essere registrate in breve intervallo temporale; si tratta quindi di fenomeni che non hanno raggiunto condizioni di equilibrio. Questi possono alternare periodi di massima dinamica a periodi di inattività temporanea generalmente legati al ciclo stagionale. Si citano ad esempio l'azione erosiva delle acque incanalate, oppure fenomeni legati alla dinamica gravitativa sui versanti del tipo "soliflusso", che mostrano diversa velocità nei vari periodi dell'anno.

Le **forme "quiescenti"** sono quelle la cui evoluzione non è legata al ciclo stagionale, ma si sviluppa secondo tempi di ricorrenza più lunghi. Infatti tali fenomenologie, pur non avendo raggiunto una situazione di equilibrio o stabilità, possono rimanere temporaneamente inattive anche per lunghi periodi come nel caso delle "paleofrane con tracce di instabilità". Gran parte di tali frane non ha subito sostanziali evoluzioni negli ultimi anni, ma è facilmente prevedibile che riverificandosi eventi meteorici con precipitazioni superiori alla media, si possano verificare riprese nell'attività dinamica di tali frane. Tali forme, durante il periodo di inattività, mostrano comunque indicatori tali da far ritenere una più o meno prossima ripresa del movimento.

Le **forme "inattive"** comprendono quelle fenomenologie che hanno raggiunto uno stato di equilibrio tale da far ritenere improbabili nuove evoluzioni in senso dinamico. Per tali forme non è quindi più attivo il processo morfogenetico che le ha innescate, né esistono indizi tali da far prevedere una successiva dinamica evolutiva, se non in seguito all'insorgere di nuovi fattori scatenanti.

Sulla carta geologico tecnica sono stati riportati tutti quei fenomeni geomorfologici che possono avere una particolare importanza ai fini dell'analisi della stabilità delle aree in esame e della valutazione degli effetti della risposta sismica locale.

In particolare sono state individuate:

- **forme, processi e depositi gravitativi di versante;**
- **forme, processi e depositi per acque correnti superficiali;**
- **forme, processi e depositi antropici e manufatti.**

Le principali forme di pendio comprendono le superfici e le scarpate di origine strutturale o litologica, le scarpate di degradazione, i ruscellamenti diffusi, i movimenti franosi, distinti ove possibile nelle varie parti che li compongono (nicchia di distacco, corpo della frana e zona di accumulo) ed i movimenti di massa generalizzati.

Si procede ad una breve descrizione sistematica.

Forme, processi e depositi gravitativi di versante

Movimenti franosi

Sono stati suddivisi nelle parti che li compongono: nicchia di distacco/coronamento di frana/scarpata di frana, corpo della frana, zona d'accumulo. La nicchia di distacco o corona di frana, di facile individuazione in carta perché caratterizzata quasi sempre da una forma arcuata, separa a monte del fenomeno la massa in frana da quella stabile con esposizione del substrato; il corpo della frana è costituito dall'insieme dei terreni mobilizzati sottostanti la zona di distacco fino alla zona d'accumulo; la zona d'accumulo presenta struttura caotica e forma variabile a seconda della tipologia del processo e delle caratteristiche litologiche dei terreni coinvolti.

Per quanto concerne la dinamica sono state individuate:

- frane attive (**F**);
- paleofrane con tracce di instabilità o frane quiescenti (**Fq**) che evidenziano fenomeni gravitativi avvenuti in tempi passati e che mostrano chiari segni di instabilità quali contropendenze e rotture di pendio;
- paleofrane o frane antiche stabilizzate (**Fs**) avvenute in tempi passati, riconoscibili per la loro morfologia, ma tali da poter essere considerate al momento non attive. L'equilibrio così raggiunto può essere turbato, specie in funzione dei terreni presenti, da interventi antropici di modifica dei profili.

Aree molto instabili per franosità diffusa

Sono zone in cui è stata rilevata la presenza di più fenomeni franosi di svariata dimensione e tipologia; si è pertanto provveduto alla delimitazione del settore comprendente tutti i fenomeni in atto (**Fd**).

Aree instabili per soliflusso generalizzato (i)

Sono stati individuati su tratti di versante con evidenti indizi di instabilità (dossi, contropendenze, lacerazioni, ecc.) talvolta singolarmente cartografabili, ma in altri casi interessanti anche vaste porzioni di versante. Mobilizzano, generalmente, limitati spessori di coltre alteritica e/o livelli di terreno coltivato. Talora sono innescati o favoriti da intensa attività antropica.

Soilcreep (ic)

Movimenti di massa generalmente abbastanza lenti la cui dinamica interessa generalmente lo spessore di suolo ("coltivo"). Risultano periodicamente obliterati dalle lavorazioni agricole.

Forme, processi e depositi per acque correnti superficiali

Ruscigliamento diffuso

Forme dovute ad erosione idrica superficiale in rigagnoli o foliare, periodicamente obliterate da pratiche agricole; si innescano nella parte superiore e mediana degli stessi e provocano un progressivo assottigliamento del suolo. A seconda dell'intensità e della diffusione areale caratterizzano "aree soggette ad erosione profonda" o settori "soggetti ad erosione superficiale".

Erosione lineare o incanalata

Incisioni vallive con versanti ripidi e simmetrici, generalmente prive di depositi alluvio-colluviali, sede di deflusso di acque sia permanente che temporaneo che mostrano incisioni in continuo approfondimento.

Orli di scarpata fluviale o di terrazzo in erosione

Brusche rotture di pendio al margine di superfici terrazzate; indicano fenomeni erosivi fluviali in terreni alluvionali più antichi.

Erosioni laterali di sponda

Attività erosive esercitate dai corsi d'acqua sulle sponde, in particolare in corrispondenza delle anse; tali processi possono causare, a lungo andare, crolli di entità cospicua in aree ritenute ad alta stabilità perché pianeggianti.

Alveo con tendenza all'approfondimento (erosione incanalata)

Incisioni vallive con versanti ripidi e simmetrici, generalmente prive di depositi alluvio-colluviali, sede di deflusso di acque sia permanente che temporaneo che mostrano incisioni in continuo approfondimento.

Forme, processi e depositi antropici e manufatti

Le forme ed i processi antropici

Si tratta di forme dovute all'azione dell'uomo sul territorio, quindi rientrano in questa categoria un'ampia gamma di interventi: cave attive o inattive, dighe, rilevati e laghetti artificiali e in generale tutte le aree che per una qualsiasi ragione sono state manipolate dall'uomo.

Particolare peculiarità di tale porzione del Valdarno superiore, con particolare distribuzione areale del fenomeno nel Comune di Reggello sono le così dette “**balze**” consistenti in strutture geologiche di particolare suggestione e bellezza, costituite da sabbie, argille e ghiaie stratificate su che presentano l'attuale aspetto a seguito dell'attività dei fenomeni geomorfologici legati a scarpate attive, incipiente attività erosiva sia arealmente diffusa che concentrata congiuntamente a varie tipologie di dissesto gravitativo.

Tale evidenze si manifestano con pareti verticali, alte fino a qualche decina di metri, in successione di forme diversificate, intercalate da profonde forre.

Le Balze bordano l'altipiano come una cornice quasi ininterrotta, di un tipico colore giallo oca. Esse costituiscono uno spaccato di storia naturale di grande valore che ci ricorda la storia geologica del territorio. L'aspetto delle Balze è infatti il prodotto dell'erosione delle acque di dilavamento sugli antichi sedimenti del lago pleistocenico, che occupava la valle dell'Arno.

Le Balze, oltre ad uno spettacolare scenario paesaggistico, costituiscono un habitat eterogeneo, che offre rifugio a numerose specie di uccelli, mammiferi ed insetti. Vario anche il paesaggio floristico: sulle argille crescono piante erbacee, sulle sabbie arbusti e alberi.

Nel 1998 i comuni di Terranuova Bracciolini, Castelfranco di Sopra, Loro Ciuffenna e Pian di Scò hanno promosso la tutela dell'area istituendo un'Anpil (area naturale protetta di interesse locale).

3.5 CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE E NOTAZIONI IDROGEOLOGICHE

Il reticolo idrografico che caratterizza il territorio del Comune di Reggello mostra un andamento generale del principale corso d'acqua, il Fiume Arno, in direzione NW - SE (appenninica).

Gli affluenti di ordine gerarchico inferiore, più brevi, sono orientati in linea di massima in direzione NE - SW (antiappenninica) come il Vicano di Reggello ed il Vicano di S. Ellero.

Il reticolo può essere definito di tipo sub-rettangolare, con aste impostate lungo linee di frattura o di dislocazione. Infine, si osserva un aumento della densità del drenaggio nelle aree in cui si rileva la presenza di terreni prevalentemente argillitici, rispetto a tipi litologici a prevalente composizione sabbiosa grossolana o di natura arenacea con intensa fratturazione.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche dei terreni presenti nel territorio comunale di Reggello, si può definire che il sistema idrogeologico risulta chiaramente alimentato dai rilievi circostanti la pianura alluvionale. I dati disponibili indicano come la falda alimenti l'Arno. Si può ritenere che tale stato di cose non si modifichi sostanzialmente se non in particolari ed eccezionali episodi di piena del fiume.

Si fornisce di seguito una descrizione sintetica delle diverse situazioni riscontrabili all'interno del territorio comunale.

Falda libera all'interno delle alluvioni del Fiume Arno e dei corsi minori

Si tratta della risorsa più importante che gode di una situazione idrogeologica particolarmente favorevole in corrispondenza dell'area di fondovalle di Reggello. La risorsa principale a disposizione del territorio è rappresentata dai depositi alluvionali del Fiume Arno che poggiano sui depositi plio-pleistocenici. L'assetto idrogeologico di questi settori è favorevole in quanto i depositi grossolani (sabbie e conglomerati) plio-pleistocenici che affiorano sui margini collinari dei settori vallivi contribuiscono alla ricarica della falda libera del fondo valle. Questa falda è sfruttata sia a scopo idropotabile sia per scopi diversi con una presenza notevole di pozzi privati.

Circa la profondità della falda, questa tende ad aumentare progressivamente dai settori contermini ai rilievi collinari presenti al margine della piana verso il corso dell'Arno, passando da 2–3 m di profondità (si rilevano valori più bassi nelle vallecole minori) fino a 7–8 m, con massimi di 10 m in prossimità dell'argine del fiume. Lo spessore dell'acquifero può essere stimato, in relazione alla profondità dei pozzi, intorno ai 10 metri.

Falde all'interno dei depositi fluvio-lacustri marini plio-pleistocenici

Si tratta di orizzonti isolati e poco produttivi con mancanza di una vera ricarica e con una potenzialità molto ridotta che, per le loro caratteristiche, non possono essere considerate alternative alla falda libera. Inoltre esiste un problema legato alla ricarica, che in questo caso è molto lenta o addirittura inesistente, essendo i depositi grossolani depositati in lenti all'interno di terreni coesivi.

Falde all'interno delle formazioni litoidi

Si tratta di livelli acquiferi presenti all'interno dell'ammasso roccioso in corrispondenza delle linee di filtrazione idrica confinate nelle fasce di fratturazione della formazione litoide. Talora queste sono fraposte a livelli a minor permeabilità che rendono la falda acquifera di carattere artesiano. La presenza della risorsa idrica è connessa a condizioni di fratturazione e di alimentazione definibili a grande scala e non risolvibili nel ristretto intorno dell'area di captazione e/o di ricerca.

3.6 ACCLIVITA' DEI VERSANTI

Si riportano le classi di pendenza in cui è stato suddiviso il territorio comunale, in funzione delle variazioni altimetriche e topografiche, utili per la definizione delle classi di pericolosità geologica e delle zone MOPS delle cartografie di Microzonazione.

La carta delle pendenze rappresenta, pertanto, uno strumento di primaria importanza per la realizzazione della carta della pericolosità, anche perché con il progressivo aumento delle pendenze, a parità di condizioni litotecniche e giaciture, si ha un aumento del grado di instabilità di una pendice.

Una maggiore inclinazione del versante favorisce inoltre l'erosione superficiale, con trasporto a valle del materiale detritico asportato da parte delle acque di corrivazione; per contro una inclinazione minore della pendice favorisce i processi chimico-fisici di alterazione del substrato roccioso con formazione di suolo, data la maggiore permanenza delle acque di ristagno.

In particolare sono state definite le seguenti soglie:

- fino al 15 % non si hanno in genere controindicazioni in termini di stabilità dei versanti, anche se tali zone rappresentano una percentuale minima del territorio in aree collinari e montuose;

- dal 15 % al 25 % si possono verificare stati di instabilità dinamica in litologie costituite da sabbie sciolte, argille e limi soffici e detriti, se in presenza di falda superficiale; la soglia del 25 % rappresenta inoltre il limite delle coltivazioni intensive di tipo meccanizzato con trattrici a ruote in agricoltura;
- dal 25 % al 35 % rappresenta l'estremo limite per l'impiego di mezzi meccanici in agricoltura (trattrici a cingoli); possono inoltre verificarsi dissesti nelle litologie sopra elencate anche non in presenza di acqua;
- oltre il 35 % questa classe caratterizza versanti molto acclivi nei quali possono verificarsi crolli o distacchi se in presenza di rocce poco cementate, alterate o fessurate sia per fenomeni fisici (gelo-disgelo), che tettonici.

4. DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Per effettuare gli studi di MS di Livello 1 e Livello 2 si è provveduto alla raccolta e all'archiviazione organizzata di dati pregressi e alla realizzazione di due specifiche e inedite campagne di indagini (vedi elaborati indagini eseguite da ENKI s.r.l.), eseguite rispettivamente nell'Aprile 2016 – Maggio 2017 (a supporto degli studi di Microzonazione Sismica di livello 1) e nel Luglio 2019 (ad integrazione di quanto già realizzati per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2).

Le Carte delle indagini mostrano nel dettaglio, per ciascuna delle frazioni indagate, l'ubicazione di tutte le prove eseguite precedentemente al presente studio reperibili da fonti "bibliografiche" e/o banche dati, nonché l'ubicazione delle indagini geofisiche all'uopo realizzate su indicazione del Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica come supporto al precedente studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 e al presente studio di Microzonazione Sismica di Livello 2 (vedi certificazioni ed allegati forniti dalla ditta ENKI s.r.l.).

La raccolta dei dati esistenti si è basata sull'acquisizione, laddove reperibili, di stratigrafie relative a pozzi e sondaggi, di certificati di prove penetrometriche dinamiche e statiche, di indagini geofisiche (prove di sismica a rifrazione, prove down-hole, MASW, HVSR e stendimenti geoelettrici già realizzati nelle zone di studio).

Si citano di seguito le fonti di reperimento dei dati raccolti nel citato "data base" (per i dati di base da bibliografia):

- Studi geologici e geomorfologici di dettaglio, commissionati dalla Amministrazione Comunale, a supporto alla progettazione di opere di opere pubbliche e/o interventi infrastrutturali;
- Data base della Regione Toscana delle indagini di sottosuolo;
- Data base ISPRA relativamente a stratigrafie di pozzi idrici profondi;
- Archivi comunali in merito alle pratiche urbanistiche, edilizie e lavori pubblici.

La nomenclatura delle diverse tipologie di indagine ubicate sulla CTR, è stata definita sulla base delle indicazioni riportate al par. 1.1.1. degli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica per la Microzonazione Sismica".

Per la predisposizione degli studi di *Microzonazione Sismica di Livello 1* è stato necessario realizzare una specifica campagna di indagini geofisiche la cui distribuzione all'interno delle frazioni ed ubicazione in relazione alle problematiche da indagare è stata concordata con i funzionari del Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica; che è consistita nell'esecuzione di:

- n. 6 linee di sismica a rifrazione con onde P ed onde SH, con restituzione secondo tecniche di analisi a rifrazione classica e tomografica, delle velocità V_p e V_s nel sottosuolo, per caratterizzare dinamicamente sia la copertura presente sia il substrato roccioso ed individuarne la morfologia del tetto del substrato roccioso;
- n. 6 prove sismiche a rifrazione di tipo Masw per caratterizzare la velocità delle onde sismiche di taglio nel suolo e definire la categoria sismica di sottosuolo secondo le vigenti N.T.C.;
- n. 83 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremiti (HVSR), e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, per la definizione della frequenza naturale dei terreni e per la determinazione dell'eventuale comportamento amplificativo degli stessi (tempo di esposizione non inferiore a 40 minuti).

Per la predisposizione degli studi di *Microzonazione Sismica di Livello 2*, ad integrazione della precedente campagna, è stata necessario realizzare una specifica campagna di indagini geofisiche integrative la cui distribuzione all'interno delle frazioni ed ubicazione in relazione alle problematiche da indagare è stata concordata con i funzionari del Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica; che è consistita nell'esecuzione di:

- n. 4 linee di sismica a rifrazione con onde P ed onde SH, con restituzione secondo tecniche di analisi a rifrazione classica e tomografica, delle velocità V_p e V_s nel sottosuolo, per caratterizzare dinamicamente sia la copertura presente sia il substrato roccioso ed individuarne la morfologia del tetto del substrato roccioso.
- n. 7 prove sismiche a rifrazione di tipo Masw per caratterizzare la velocità delle onde sismiche di taglio nel suolo e definire la categoria sismica di sottosuolo secondo le vigenti N.T.C.;
- n. 6 prospezioni geofisiche con acquisizione ed analisi dei microtremori (HVSr), e con processo di inversione e interpretazione secondo la metodologia di analisi del rapporto spettrale H/V o di Nakamura, per la definizione della frequenza naturale dei terreni e per la determinazione dell'eventuale comportamento amplificativo degli stessi (tempo di esposizione non inferiore a 40 minuti);
- n. 1 prova ESAC per la determinazione di profili di velocità V_s nel sottosuolo.

Si fornisce il dettaglio delle indagini appositamente eseguite dalla ditta ENKI s.r.l. di Firenze, con la loro distribuzione nelle varie frazioni, a corredo degli studi di Microzonazione Sismica.

L'ubicazione di tali indagini all'interno delle frazioni, in relazione alle problematiche da indagare, è mostrata nelle sopra citate cartografie, mentre per le risultanze si rimanda agli elaborati ed allegati forniti dalla ENKI s.r.l..

Id indagine	Località	HVSr	Rifrazione P+Sh	ESAC	MASW	DH	
1_HVSr	CAPOLUOGO e CASCIA	X					
2_HVSr		X					
3_HVSr		X					
4_HVSr		X					
5_HVSr		X					
6_HVSr		X					
7_HVSr		X					
8_HVSr		X					
9_HVSr		X					
10_HVSr		X					
11_SR				X			
12_SR				X			
58_MASW						X	
59_MASW						X	
13_HVSr	TOSI e PIAN DI MELOSA	X					
14_HVSr		X					
15_HVSr		X					
16_HVSr		X					
17_HVSr		X					
18_HVSr		X					
19_HVSr		X					

Id indagine	Località	HVSR	Rifrazione P+Sh	ESAC	MASW	DH	
20_HVSR	DONNINI	X					
21_HVSR		X					
22_HVSR		X					
23_HVSR	SAN CLEMENTE	X					
24_HVSR		X					
25_HVSR		X					
26_HVSR		X					
27_HVSR		X					
28_SR				X			
60_MASW						X	
183_SR				X			
184_HVSR			X				
185_HVSR			X				
186_HVSR		X					
29_HVSR	LECCIO	X					
30_HVSR		X					
31_HVSR		X					
32_HVSR		X					
33_HVSR		X					
34_HVSR		X					
35_HVSR		X					
36_SR				X			
61_MASW					X		
37_HVSR	CILIEGI	X					
37BIS_HVSR		X					
38_HVSR		X					
39_HVSR		X					
40_HVSR		X					
41_HVSR		X					
180_SR				X			
181_SR				X			
182_MASW					X		
42_HVSR	VAGGIO	X					
43_HVSR		X					
44_HVSR		X					
45_HVSR		X					
46_HVSR		X					
47_HVSR		X					
48_HVSR		X					
49_HVSR		X					
50_SR				X			
62_MASW						X	
195_MASW						X	
196_MASW					X		
51_HVSR		X					
52_HVSR		X					

Id indagine	Località	HVSR	Rifrazione P+Sh	ESAC	MASW	DH	
53_HVSR	MATASSINO	X					
54_HVSR		X					
55_HVSR		X					
56_HVSR		X					
57_SR				X			
63_MASW						X	
187_MASW						X	
188_ESAC					X		
189_HVSR			X				
190_HVSR			X				
191_HVSR			X				
197_MASW						X	
147_HVSR		SANT'ELLERO	X				
148_HVSR	X						
149_HVSR	X						
150_HVSR	SALTINO	X					
151_HVSR		X					
152_HVSR		X					
153_HVSR	VALLOMBROSA	X					
154_HVSR		X					
155_HVSR		X					
156_HVSR	SAN DONATO IN FRONZANO	X					
157_HVSR		X					
158_HVSR		X					
159_HVSR	PIETRAPIANA	X					
160_HVSR		X					
161_HVSR		X					
162_HVSR		X					
163_HVSR		X					
164_HVSR	CANCELLI	X					
165_HVSR		X					
166_HVSR		X					
167_HVSR		X					
192_SR				X			
1686_HVSR	MONTANINO	X					
169_HVSR		X					
170_HVSR		X					
171_HVSR	PRULLI	X					
172_HVSR		X					
173_HVSR		X					
174_HVSR		X					
175_HVSR		X					
193_MASW						X	
176_HVSR	FONDOVALLE - LE	X					
177_HVSR		X					
178_HVSR		X					

Id indagine	Località	HVSR	Rifrazione P+Sh	ESAC	MASW	DH
179_HVSR	FORNACI	X				
194_MASW					X	

Per ogni misura HVSR, è stata attribuita una delle seguenti 3 classi di appartenenza (vedi allegata relazione della ditta ENKI s.r.l.):

Classe A: registrazione affidabile ed interpretabile che può essere utilizzata anche da sola;

Classe B: registrazione sospetta da utilizzare con cautela ed in presenza di altre misure ottenute nelle vicinanze;

Classe C: registrazione scadente e di difficile interpretazione.

Per ciascuna delle frazioni indagate, nel seguito del presente rapporto in cui si descrivono le caratteristiche rilevate per ogni centro urbano studiato, si fornisce indicazione della Classe di qualità ottenuta applicando la “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS, i cui criteri e dati di input sono riassunti nella sotto riportata tabella 1 e i cui “range” di accettabilità sono indicati nel seguente abaco per le classi A, B e C.

CLASSE	VALORI	INDICAZIONI
A	≥ 75 %	Carta di livello 1 di ottima qualità
B	50 % - 74 %	Sarebbero auspicabili migliorare almeno uno dei parametri
C	25 % - 49 %	Sarebbero auspicabili ulteriori indagini che mancano o che sono valutate di scarsa qualità
D	≤ 25 %	Carta di livello 1 di scarsa qualità: non risponde ai requisiti minimi richiesti da ICMS e Linee Guida Regione Toscana

Parametro	Peso Parametro	Indicatore (peso=0.33)	Valutazione indicatore (punteggio)			
			Nulla (0)	Bassa (0.33)	Media (0.66)	Alta (1)
Carta geologico -tecnica	1	Anno rilevamento	No data	< 2000		> 2000
		Progetto	No data	Altro	Allegato piano urbanistico	Ad hoc
		Scala rilevamento	No data	50.000-26.000	25.000-11.000	10.000-2.000
Sondaggi a distruzione	0.50	Numero di sondaggi a distruzione	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da sondaggi a distruzione	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Sondaggi a carotaggio continuo	1	Numero di sondaggi a carotaggio	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da sondaggi a carotaggio	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Numero sondaggi che arrivano al substrato rigido	No data	1-5	6-10	>10
Indagini geofisiche	0.50	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da indagini	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Percentuale indagini che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Prove geotecniche in situ (Prove Penetrometriche, ecc.) e di laboratorio	0.25	Numero di prove	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da prove	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Percentuale prove che arrivano al substrato rigido	No data	1-33%	34-66%	>66%
Misure delle frequenze del sito	0.75	Numero di misure	No data	1-5	6-10	>10
		Percentuale di celle occupate da misure	No data	1-33%	34-66%	>66%
		Classe di affidabilità misure (Albarelli et alii)*	No data	Classe A < 33%	Classe A 34-66%	Classe A >66%

Relativamente alle notazioni litotecniche e geotecniche, sulla scorta dei risultati degli studi geologici e geologico tecnici dell'attuale Piano Regolatore è possibile distinguere i terreni presenti nel territorio da un punto di vista litotecnico. Infatti i terreni che possono manifestare comportamento meccanico omogeneo vengono accorpate in "unità litotecniche" distinte. Per cui vengono raggruppati nella stessa unità litotecnica quei litotipi che presentano caratteristiche tecniche simili, indipendentemente dalla formazione geologica a cui appartengono, dalla posizione stratigrafica, dai relativi rapporti geometrici, seguendo quindi solamente il criterio del comportamento meccanico omogeneo.

Relativamente alla caratterizzazione geotecnica e litotecnica dei terreni, con riferimento alla descrizione geologica relativa a ciascuna formazione, individuata e distinta nelle zone di studio, è stata definita la classe di appartenenza ad "unità litologico-tecnica – U.L.T." secondo le indicazioni formulate dal Programma VEL.

Le "unità litologico tecniche", cui si fa riferimento per le formazioni geologiche riscontrate nelle aree indagate, sono state distinte in gruppi principali in base alle diverse successioni di terreni che li caratterizzano uniformandosi alla "Legenda per la definizione di unità litologico-tecniche (U.L.T.)" del programma regionale VEL "Istruzioni tecniche per le indagini geologiche, geofisiche, geognostiche e geotecniche per la valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della Toscana".

Di seguito si riporta brevemente la descrizione delle varie "unità litologico-tecniche" con il dettaglio delle varie formazioni geologiche che a ciascuna di esse si è ritenuto far corrispondere.

Unità litologico tecnica B

Si tratta di materiali lapidei stratificati o costituiti da alternanze di diversi litotipi con rapporto lapideo/pelite variabile. Questo raggruppamento comprende una unità litologico tecniche cartografate secondo i seguenti criteri:

- **Unità litologico-tecnica B2:** rocce stratificate, con strati da medi a fini, strutturalmente ordinate con materiale lapideo nettamente prevalente. Sono riconducibili a tale unità le formazioni geologiche delle Arenarie del Monte Falterona – Membro di Montefalco (FAL1) e del Macigno (MAC),
- **Unità litologico-tecnica B3:** alternanze ordinate di livelli lapidei e pelitici, con materiale lapideo > 75%. Sono riconducibili a tale unità le formazioni geologiche dei travertini (f1b), delle Arenarie del Monte Falterona – Membro di Camaldoli (FAL2) e della Pietraforte (PTF),
- **Unità litologico-tecnica B4:** alternanze ordinate di livelli lapidei e pelitici, con materiale pelitico compreso tra 25% e 75%. Sono riconducibili a tale unità le formazioni geologiche delle Arenarie di Monte Senario (SEN), delle Brecciole di Monte Senario (BMS), della Formazione di Monte Morello (MLL), della Formazione di Sillano in litofacies calcaree (SILa), delle Arenarie del Monte Falterona – Membro di Montalto nelle sue due litofacies (arenaceo-pelitica FAL3 e siltoso arenacea FAL3c) e della formazione delle Marne di San Polo (MACc).
- **Unità litologico-tecnica B5:** alternanze ordinate di livelli lapidei e pelitici, con materiale lapideo < 25%. Ne fanno parte le unità geologiche delle Argille e Calcari di Canetolo (ACC), della Formazione di Sillano (SIL) e delle Arenarie del Monte Falterona – Membro di Lonnano (FAL4).
- **Unità litologico-tecnica Bc:** alternanze disordinate di livelli lapidei e pelitici. Ne fanno parte le litofacies olistostromiche delle Arenarie del Monte Falterona (FALa) e del Macigno (MACa).

Unità litologico tecnica E

Vi sono compresi i terreni con stato di addensamento da addensato a sciolto costituiti da materiali granulari non cementati o con lieve grado di cementazione. Per le varie granulometria può essere valutato lo stato di addensamento mediante prove manuali. Le sabbie, le breccie ed i conglomerati con grado di cementazione medio basso ricadono nella unità “C”. Il limite fra le unità litologiche “C” ed “E” può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un numero di colpi della prova Spt uguale a 50.

- **Unità litologico-tecnica E:** materiali granulari non cementati. Si tratta di materiali granulari eterogenei ed eterometrici. Ne fanno parte i detriti appartenenti ai corpi di frana (a1a, a1q e a1s), ai depositi di versante (aa) e ai detriti di falda (a3a).
- **Unità litologico-tecnica E2:** ghiaie (elementi lapidei compresi mediamente tra 2 - 60 mm). Si tratta di materiali granulari generalmente grossolani. Ne fanno parte i depositi alluvionali attuali (b) e le litologie appartenenti alle formazioni pleistoceniche dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO), dei Ciottolami della Penna (CPE), dei Ciottolami e Sabbie di Casa la Querce (CCQ) e dei Ciottolami del Leccio (CL, Cla e CLb).
- **Unità litologico-tecnica E3:** sabbie (granuli di dimensioni comprese tra 2 mm e 0.06 mm). Si tratta di materiali granulari a prevalente composizione sabbiosa. Ne fanno parte i depositi eluvio-colluviali (b2a) presenti su rocce di natura prevalentemente arenacea, i depositi alluvionali recenti terrazzati e non (bnb) e le litologie appartenenti alle formazioni pleistoceniche dei Limi di Latereto e Pian di Tegna (LAT), delle Sabbie del Tasso (STA), delle Sabbie di La Loccaia (LOC) e delle Sabbie di Levane (SLE).

Unità litologico tecnica F

In questa U.L.T. sono compresi i terreni coesivi a bassa consistenza.

La consistenza può essere stimata mediante prove manuali o mediante la misura della resistenza alla penetrazione con penetrometro e/o scissiometro tascabile.

I terreni a consistenza elevata sono classificati nell'U.L.T. D. Il limite tra U.L.T. D e U.L.T. F può essere considerato convenzionalmente corrispondente ad un valore di resistenza a compressione uniassiale (non drenata) pari a 250 kPa.

- **Unità litologico-tecnica F:** limi e argille. Si tratta di materiali coesivi eterometrici. Ne fanno parte i depositi eluvio-colluviali (b2a) presenti su rocce di natura prevalentemente pelitica.

- **Unità litologico-tecnica F1:** limi. Si tratta di materiali coesivi. Ne fanno parte le litologie appartenenti alle formazioni pleistoceniche dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER).

- **Unità litologico-tecnica F2:** argille. Si tratta di materiali coesivi. Ne fanno parte le litologie appartenenti alla formazione pleistocenica delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

I depositi antropici, data la loro eterogeneità granulometrica non sono stati attribuiti a una specifica Unità Litologico Tecnica ma vengono evidenziati nella cartografia con una specifica simbologia e sigla (h).

5. MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Viene definito come modello del sottosuolo “una rappresentazione tridimensionale approssimata di una porzione di sottosuolo, nella quale devono essere distinguibili gli elementi qualitativi e quantitativi necessari per il suo impiego nelle valutazioni funzionali alla specifica applicazione. Metodologicamente è il risultato di un processo interattivo e iterativo di trattamento di dati provenienti da diverse fonti informative, riconducibili a specifiche aree disciplinari: geologia, geofisica e geotecnica”.

In sintesi, il processo è indirizzato e finalizzato alla definizione del minimo numero di parametri necessari a fornire una ricostruzione di Unità Omogenee, cioè quelle unità caratterizzate da valori simili dei parametri rilevanti ai fini dello studio. Il processo prevede di passare da unità strettamente litologiche a unità caratterizzate da parametri geotecnici e geofisici simili.

In particolare, si devono definire per le diverse unità:

- le geometrie e i limiti superiori, laterali e inferiori; in particolare, è importante stabilire il rapporto stratigrafico tra i terreni di copertura e il substrato geologico, per definire l'andamento morfologico del tetto del substrato geologico sepolto;
- l'assetto strutturale degli ammassi rocciosi ed eventualmente delle formazioni fortemente sovracconsolidate e/o cementate;
- le proprietà fisiche e meccaniche, sebbene secondo le loro intrinseche variazioni e valutazioni di incertezza;
- la posizione delle falde acquifere e le loro eventuali oscillazioni, con definizione delle condizioni idrodinamiche e di pressione interstiziale.

Il processo di costruzione del modello del sottosuolo è partito, quindi, dalla ricostruzione dell'assetto geologico-geomorfologico e strutturale dell'area indagata, effettuato sia mediante cartografie già a disposizione e redatte in passato, come la Carta Geologica Regionale (1:10.000), la Carta Geologica del P.R.G., ecc..., sia attraverso un'inedita revisione con rilievi di campagna.

Tutta l'informazione geologica acquisita, coadiuvata dai dati geotecnici e geofisici, è stata tradotta in un modello, sintetizzato nelle Carte Geologico Tecniche, fornite in scala 1:5.000, riguardanti i settori del territorio del Comune di Reggello scelti per gli studi di Microzonazione Sismica.

L'insieme dei dati geologici finalizzati a definire modelli del sottosuolo, particolarmente inerenti alla Microzonazione Sismica, hanno consentito di:

- distinguere il substrato geologico dai terreni di copertura;
- definire le loro geometrie;
- individuare, nei terreni di copertura, le aree soggette a fenomeni di instabilità dei versanti;
- individuare le criticità geomorfologiche.

Ai dati di superficie sono stati aggiunti i dati prelevati in profondità con le indagini geognostiche:

- successioni litostratigrafiche;
- contatto terreni di copertura – substrato geologico.

Inoltre, come riportato al precedente capitolo sono stati trattati i dati e gli aspetti di carattere geotecnico e geofisico delle varie UO riconosciute.

6. INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

La finalità delle indagini geotecniche negli studi di Microzonazione Sismica è pervenire alla conoscenza dettagliata dello stato del sito e dei terreni presenti nell'area in funzione di un evento sismico attraverso lo studio delle condizioni naturali del terreno in sito mediante indagini geognostiche, prove geotecniche in sito e di laboratorio e di indagini geofisiche, che devono contribuire a definire tutte le caratteristiche morfologiche, stratigrafiche, idrogeologiche, e che, soprattutto, devono identificare il comportamento dinamico dei vari terreni presenti nel sito, assegnando dei valori ai parametri dinamici indispensabili per la valutazione della risposta del sito mediante modelli analitici e numerici.

Il programma delle indagini geotecniche va perciò commisurato sia al problema nonché ai modelli di calcolo di analisi numerica.

Pertanto, ad esempio, dovranno essere eseguite specifiche indagini per la valutazione della velocità delle onde sismiche, indagini per la caratterizzazione dinamica dei terreni finalizzate alla definizione dell'analisi di risposta sismica locale, indagini in sito per la valutazione del potenziale di liquefazione, indagini finalizzate alla determinazione dei parametri residui in caso di analisi di stabilità di pendii.

Le incertezze del modello geologico (e geologico-tecnico) ricostruito sono principalmente legate alla mancanza di indagini geognostiche spinte a profondità tali da avere una maggior conoscenza della successione stratigrafica del substrato geologico al fine di evidenziare eventuali variazioni di litofacies in corrispondenza dei contrasti di impedenza riconosciuti dalle indagini HVSR effettuate.

Inoltre dovranno essere implementate le conoscenze relative ai parametri geotecnici desunti da indagini in situ e di laboratorio.

Oltre alle prove geotecniche e indagini in situ dovranno essere realizzate prove geofisiche finalizzate sia alla ricostruzione sismostratigrafica del territorio (i.e. mediante l'esecuzione di indagini di sismica a rifrazione in onde P) sia alla determinazione dei valori di V_s (i.e. indagini Down-Hole, Masw, ecc...).

Infine, data la categoria granulometrica del fondo, in prima analisi (lettura ed interpretazione delle descrizioni presenti nelle stratigrafie) sembrerebbero esclusi fenomeni di liquefazione. Le indagini geotecniche di cui si è accennato in precedenza (prove CPT, analisi granulometriche, limiti di Atterberg, ecc...) dovranno chiarire e garantire l'eventuale assenza di questa tipologia permanente di deformazione in caso di sisma.

7. METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

Per una completa ed esaustiva trattazione delle indagini geofisiche svolte, della loro elaborazione e dei risultati conseguiti si rimanda all'allegata “Relazione indagini geofisiche HVSR & MASW Microzonazione Sismica di 1° livello” contenente le indagini geofisiche svolte, nel novero del presente studio, per la caratterizzazione sismica e propedeutiche alla redazione della cartografia MOPS di Livello 1 e della Carta di Microzonazione Sismica di Livello 2.

8. ELABORATI CARTOGRAFICI

Gli studi di Microzonazione Sismica Comunale (di seguito MS) svolti per il Comune di Reggello sono stati condotti secondo le indicazioni formulate dal Settore Coordinamento Regionale Prevenzione Sismica nel rispetto degli “Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica Nazionale” (di seguito ICMS, versione 4.1) e delle specifiche tecniche regionali per la microzonazione sismica approvate con Deliberazione di G.R.T. n. 144/2015. Nei citati ICMS vengono definite le procedure, le metodologie di analisi al fine di individuare e caratterizzare le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazione locale del moto sismico e le zone suscettibili di instabilità.

Nello specifico la MS individua e caratterizza:

- Le **Zone Stabili**, sono zone nelle quali non si ipotizzano effetti locali di alcuna natura (litotipi assimilabili al substrato sismico in affioramento con morfologia pianeggiante o poco inclinata) e pertanto gli scuotimenti attesi sono equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità di base;
- Le **Zone Stabili Suscettibili di Amplificazione Sismica**, sono le zone in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;
- Le **Zone di Attenzione per Instabilità**, sono le zone suscettibili di attivazione dei fenomeni di deformazione permanente del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, liquefazioni, fagliazione superficiale, cedimenti differenziali e sovrapposizione di differenti fenomeni di instabilità).

Per la definizione delle zone e della loro perimetrazione si rimanda a quanto definito al par. 1.1.3 e 1.1.4 degli standard ICMS (versione 4.1).

Gli studi di MS rivestono una notevole importanza nella pianificazione territoriale, fornendo una base conoscitiva della pericolosità sismica locale, al fine di stabilire gerarchie di pericolosità utili per la programmazione di interventi di riduzione del rischio sismico a varie scale, orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti, definire gli interventi ammissibili in una determinata area, programmare le indagini e i livelli di approfondimento, stabilire orientamenti, modalità e priorità di intervento nelle aree urbanizzate.

In relazione ai diversi contesti geologico-tecnici, alla pericolosità sismica di base ed in funzione dei diversi obiettivi degli studi di MS, possono essere effettuati n. 3 livelli di approfondimento, con complessità e impegno economico crescente.

In particolare possono essere predisposti i seguenti livelli:

- il **livello 1** è un livello propedeutico ai successivi studi di MS, che consiste esclusivamente in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della carta delle “Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)”;
- il **livello 2** è un livello successivo in cui si introduce l’elemento quantitativo associato alle zone omogenee mediante metodologie di analisi numerica di tipo semplificato (abachi regionalizzati, modellazione 1D, leggi empiriche) e l’esecuzione di ulteriori e più mirate indagini. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della “Carta di Microzonazione Sismica”;

- il **livello 3** rappresenta il livello più approfondito che permette di giungere ad una microzonazione approfondita del territorio basata su metodologie analitiche di analisi di tipo quantitativo. Tale approfondimento è finalizzato alla realizzazione della “Carta di Microzonazione Sismica con approfondimenti”.

Per la Microzonazione Sismica del Comune di Reggello sono stati eseguiti sia gli studi di Livello 1 che gli studi di Livello 2.

Ciascuno dei livelli di approfondimento prevede una serie di adempimenti come sotto elencati e dettagliati nella tabella riassuntiva al fine della definizione del quadro conoscitivo minimo che debba essere raggiunto per ogni livello sulla scorta delle indicazioni contenute negli ICMS (versione 4.1):

- la realizzazione di opportune indagini geologiche, geofisiche e geotecniche al fine di definire il quadro conoscitivo;
- l’effettuazione di opportune analisi ed elaborazioni;
- la predisposizione di risultati finali.

INDAGINI MINIME Raccolta di tutti i dati pregressi esistenti nell’area: rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi;
Rilevamenti geologici di controllo sul terreno;
Nuove indagini: Esecuzione di ulteriori indagini geofisiche e geotecniche, qualora la raccolta dei dati pregressi non consenta la ricostruzione di un quadro conoscitivo sufficientemente attendibile rispetto agli obiettivi del livello 1;
Misura passive del rumore ambientale, mediante tecnica a stazione singola.

ANALISI ED ELABORAZIONI Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili;
Rilettura, sintesi dei dati ed eventuali nuovi rilievi geologici.

PRODOTTI FINALI Carta delle indagini (sia esistenti che di nuova realizzazione);
Carta geologico-technica per la microzonazione sismica almeno alla scala 1:5.000-1.10.000;
Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) almeno alla scala 1:5.000-1.10.000;
Relazione tecnica illustrativa della carta MOPS;
Carta delle frequenze fondamentali dei depositi.

Sintesi del quadro conoscitivo del livello 1

INDAGINI MINIME Raccolta di tutti i dati pregressi esistenti nell’area: rilievi geologici, geomorfologici, geologico-tecnici, indagini geofisiche, sondaggi e stratigrafie desunte da pozzi;
Rilevamenti geologici di controllo sul terreno;
Nuove indagini: Esecuzione di ulteriori indagini geofisiche e geotecniche, qualora la raccolta dei dati pregressi non consenta la ricostruzione di un quadro conoscitivo sufficientemente attendibile rispetto agli obiettivi del livello 2;
Misura passive del rumore ambientale, mediante tecnica a stazione singola.
Stendimenti di sismica a rifrazione in onde P e Sh

ANALISI ED ELABORAZIONI Sintesi dei dati e delle cartografie disponibili;
Rilettura, sintesi dei dati ed eventuali nuovi rilievi geologici.

PRODOTTI FINALI Carta delle indagini (sia esistenti che di nuova realizzazione);
Carta di Microzonazione Sismica almeno alla scala 1:5.000-1.10.000, rappresentative dei parametri di FA, in termini di pseudoaccelerazione, corrispondenti ai periodi 0.1-0.5 s e 0.5-1.0 s;
Carta delle Microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) con eventuali modifiche; almeno alla scala 1:5.000-1.10.000;
Relazione tecnica illustrativa della Carta MOPS e di Microzonazione Sismica.

Sintesi del quadro conoscitivo del livello 2

Il Livello 1 può quindi essere caratterizzato essenzialmente in una raccolta organica e ragionata di dati di natura geologica, geofisica e geotecnica e delle informazioni preesistenti e/o acquisite appositamente al fine di suddividere il territorio in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

Le finalità degli studi di MS di livello 1 sono:

- individuare qualitativamente le aree che necessitano di approfondimenti;
- definire le tipologie di effetti attesi;
- individuare il modello geologico di sottosuolo preliminare.

Il principale elaborato previsto in questo livello è la **Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)**. Questa carta individua le microzone ove, sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati geognostici e di alcune tipologie di dati geofisici, è prevedibile l'occorrenza di diverse tipologie di effetti prodotti dall'azione sismica (amplificazioni, instabilità di versante, liquefazione, ecc.). Di particolare importanza a questo scopo risulta la ricostruzione del modello geologico-tecnico dell'area, l'individuazione dei litotipi che possono costituire il substrato rigido (ovvero dei materiali caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti) accompagnata da una stima approssimativa della loro profondità rispetto al piano di campagna (del tipo: "qualche metro", "una decina di metri", "alcune decine di metri", "oltre i 100 metri"), una stima di massima del contrasto di impedenza sismica atteso (del tipo: "alto" o "basso"). Di particolare importanza sarà l'individuazione di eventuali discontinuità e morfologie sepolte potenzialmente in grado di causare inversioni della velocità di propagazione delle onde di taglio ed effetti di RSL bi- e tri-dimensionali.

Pertanto, per acquisire tali informazioni di tipo semiquantitativo al fine di consentire la predisposizione della cartografia delle *Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)* si è provveduto alla acquisizione, oltre alle informazioni già previste al par. 1.1.3 degli ICMS (versione 4.1), dei risultati di indagini geofisiche utili alla ricostruzione geometrica dei corpi sepolti (sismica a rifrazione, ERT, gravimetria, ecc.) e alla individuazione di eventuali contrasti di impedenza sismica e possibili fenomeni di risonanza (campagne di misura delle frequenze naturali di sito da vibrazioni ambientali o da terremoti).

Per meglio rappresentare queste caratteristiche la carta dovrà essere corredata da sezioni geolitologiche rappresentative della situazione lito-stratigrafica e strutturale presente.

Attraverso questo livello, quindi, sarà possibile:

- la definizione delle caratteristiche litologiche e geometriche delle unità geologiche del sottosuolo;
- l'individuazione delle aree a minore pericolosità locale (zone stabili);
- l'individuazione delle aree per le quali sono necessari ulteriori livelli di approfondimento;
- definire il livello di approfondimento richiesto nelle aree che necessitano di approfondimenti;
- la programmazione di indagini di approfondimento, sulla base delle diverse tipologie di effetti attesi.

Per le indicazioni tecniche cui attenersi per la predisposizione delle **cartografie delle indagini e delle cartografie delle Microzonazione Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)** si rimanda ai par. 1.1.1, 1.1.2 e

1.1.3 degli ICMS (versione 4.1) in cui vengono presentate le procedure di riferimento per la realizzazione delle suddette carte.

Negli studi di livello 2 viene introdotto l'elemento quantitativo associato all'area omogenea, utilizzando metodologie di analisi numerica semplificate (abachi a scala regionale, modellizzazione 1D, leggi empiriche), anche mediante l'esecuzione di ulteriori e più mirate indagini.

Questa analisi approfondita ha lo scopo di creare la "Mappa di microzonazione sismica".

Il Livello 2, sviluppato per gli studi di pianificazione urbanistica allorché le condizioni geologiche e geomorfologiche consentono l'applicazione di metodi semplificati, ha come scopo quello di:

- ricavare le regole e i requisiti volti a ridurre il rischio sismico per le aree urbane e le nuove aree di previsione;
- individuare le aree ad alto rischio che richiedono particolari dettagli;
- definire le priorità di intervento per edifici strategici e rilevanti;
- prevedere gli scenari di danno.

Questo secondo livello prevede l'uso di parametri che quantificano la variazione del movimento sismico sulla superficie e che possono essere determinati con metodi semplificati, mediante l'uso di specifici "abachi", che definiscono i fattori di amplificazione degli spettri elastici sulla superficie, associati alle singole situazioni litostratigrafiche per le quali sono applicabili.

Gli abachi per la caratterizzazione quantitativa dei fenomeni di amplificazione attesi sono tabelle in cui un insieme di valori assunti da parametri considerati diagnostici e ad un particolare livello di rischio sismico sono associati univocamente ai valori previsti dell'amplificazione del movimento sismico (FA o "Amplificazione del fattore") rispetto a un motivo di riferimento.

Gli abachi sono stati preparati nell'ambito di uno studio commissionato all'Università DST di Siena (Prof. Albarello) e successivamente approvato dalla Risoluzione regionale.

Per ottenere i fattori di amplificazione dagli abachi litostratigrafici è necessario determinare due parametri:

- a) il valore delle V_s equivalenti (velocità delle onde di taglio sismiche fornite dalla media ponderata della velocità delle onde sismiche fino al raggiungimento del "substrato", caratterizzato da velocità superiori a 800 m/s);
- b) il valore della frequenza fondamentale del terreno.

Il parametro utilizzato per la rappresentazione dei livelli di amplificazione è il fattore di amplificazione di Housner (di seguito denominato FHa) misurato come rapporto tra l'integrale dello spettro di accelerazione di uscita (PSA_{out}) e la controparte integrale dello spettro di accelerazione di ingresso (PSA_{in}). Questo fattore di amplificazione viene calcolato per periodi di riferimento specifici: brevi periodi - $0,1 < T < 0,5$ s; lunghi periodi - $0,5 < T < 1$ s.

Di seguito vengono presentati gli abachi usati per gli studi di Microzonazione di Livello 2:

Depth of the geological substrate ≤ 30 m

ag value (TR=475 years) < 0.15g

0.1 - 0.5 s

VsH (m/s) f0(Hz)	<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	75° perc.
<200	1.1	1.5	1.9	2.5	2.1	2.1	2.0	2.0	1.5	1.9
300	0.7	1.3	1.8	2.1	2.0	1.8	1.8	1.7	1.5	1.8
500			1.5	1.7	1.7	1.6	1.4	1.5	1.3	1.4
700					1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
≥800										

0.5 - 1 s

VsH (m/s) f0(Hz)	<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	75° perc.
<200	1.6	2.5	2.1	1.7	1.3	1.2	1.2	1.1	1.0	2.2
300	1.3	2.2	1.9	1.6	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1	1.6
500			1.4	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
700					1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
≥800										

Depth of the geological substrate ≤ 30 m

ag value (TR=475 years) ≥ 0.15g

0.1 - 0.5 s

VsH (m/s) f0(Hz)	<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	75° perc.
<200	0.8	1.3	1.9	2.2	2.1	2.0	1.8	1.8	1.4	1.8
300	0.6	1.3	1.9	2.0	1.9	1.8	1.7	1.6	1.4	1.9
500		1.0	1.8	1.8	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.7
700	0.8	1.1			1.4	1.6	1.6	1.5	1.3	1.5
≥800									1.3	1.3

0.5 - 1 s

VsH (m/s) f0(Hz)	<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	75° perc.
<200	1.6	2.2	1.9	1.6	1.3	1.1	1.1	1.1	1.0	1.4
300	1.5	2.3	1.8	1.5	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.6
500		2.2	1.6	1.4	1.2	1.1	1.1	1.1	1.0	1.2
700	1.6	2.0			1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.1
≥800									1.0	1.0

Depth of the geological substrate >30

ag value (TR=475 years) < 0.15g

0.1 - 0.5 s

Vs30 (m/s) f0(Hz)	<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	75° perc.
<200	1.0	1.3	2.0							1.2
300	1.1	1.4	1.7	1.8	1.7	1.7	2.0	2.0	1.8	1.4
500	1.1	1.3	1.5	1.7	1.6	1.5	1.5	1.7	1.6	1.4
700	0.9	1.1	1.3	1.5	1.3	1.3	1.2	1.2	1.3	1.2
≥800	1.0	1.0	1.0					1.2	1.1	1.0

0.5 - 1 s

Vs30 (m/s) f0(Hz)	<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	75° perc.
<200	1.8	2.2	2.3							2.1
300	1.4	2.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.6	1.6	1.8	1.8
500	1.2	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.6	1.5
700	1.1	1.3	1.4	1.3	1.2	1.3	1.2	1.1	1.2	1.2
≥800	1.1	1.2	1.2					1.0	1.0	1.1

Depth of the geological substrate >30

ag value (TR=475 years) $\geq 0.15g$

0.1 - 0.5 s

Vs30 (m/s) f0(Hz)	<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	75° perc.
<200	0.7	1.0								0.8
300	1.1	1.5	1.8	2.0	2.0	1.8	2.0	1.9	2.0	1.6
500	1.2	1.4	1.8	1.9	1.8	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7
700	1.2	1.2	1.6	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	1.6
≥ 800	1.1	1.2		1.5	1.3	1.3			1.4	1.4

0.5 - 1 s

Vs30 (m/s) f0(Hz)	<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	75° perc.
<200	1.3	2.0								1.3
300	1.5	2.3	2.0	1.9	2.1	1.9	1.8	1.8	1.3	2.2
500	1.4	2.0	1.8	1.5	1.6	1.7	1.5	1.5	1.5	1.8
700	1.2	1.7	1.6	1.3	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4
≥ 800	1.5	2.0		1.3	1.1	1.1			1.3	1.3

L'obiettivo fondamentale della procedura è, quindi, quello di fornire delle stime statisticamente valide e ragionevolmente conservative del fattore di amplificazione atteso, nelle varie situazioni litostratigrafiche e in particolare nelle aree a maggior rischio sismico. Queste stime devono poter essere fornite a partire da un numero limitato di osservazioni, relativamente facili da determinare sperimentalmente e comunque rappresentative delle varie possibili situazioni presenti.

Il livello 2 degli studi di Microzonazione Sismica consiste, quindi, nel raggiungere una parametrizzazione dell'amplificazione sismica locale:

- in contesti geologici "semplici" (ad esempio se il modello geologico del sito è caratterizzato dall'assenza di elementi in grado di innescare fenomeni di amplificazione 2D-3D);
- mediante "approcci semplificati" (applicazione di programmi per la stima dell'amplificazione sismica locale);
- senza intervenire sulle aree considerate instabili nello studio di Microzonazione Sismica di Livello 1, poiché tali studi sono previsti per il terzo livello;
- senza intervenire sulle aree considerate nello studio di Microzonazione Sismica di Livello 1 come stabili, poiché per queste aree il fattore di amplificazione atteso è pari a 1.

I criteri principali per il passaggio da uno studio di microzonazione sismica di livello 1 a uno studio di microzonazione sismica di livello 2 sono legati alla valutazione dell'idoneità al passaggio e si basano sulle seguenti verifiche e controlli:

- Verifica della congruenza tra le sezioni geologico-tecniche che definiscono il modello geologico 2D dell'area e la cartografia MOPS che rappresenta in realtà una ricostruzione 3D dello stesso modello geologico.
- Verifica della congruenza tra le sezioni geologico-tecniche e i risultati delle indagini (nel caso in cui non vi siano idonei rilievi sarà necessario effettuare ulteriori indagini al fine di completare la ricostruzione in termini sismostratigrafici del modello geologico).
- Controllo dell'estrapolazione di area del modello geologico tecnico 2D riportato nelle sezioni geologico tecniche.

La procedura per la realizzazione degli studi di costruzione della Microzonazione Sismica di Livello 2 segue i seguenti steps:

- Prima fase

1. Identificazione delle tipologie lito-stratigrafiche
2. Parametrizzazione delle unità lito-stratigrafiche
3. Inserire la selezione del movimento

- Seconda fase

1. Generazione casuale di profili Vs e curve di degrado
2. Selezione dei profili V e curve di degrado compatibili con le osservazioni
3. Costruzione di funzioni di amplificazione e fattori di amplificazione (FA) per singole tipologie lito-stratigrafiche e gruppi di accelerogrammi

- Terza fase

1. Caratterizzazione statistica della distribuzione di valori FA per singole tipologie litografiche e gruppi di accelerogrammi
2. Identificazione dei parametri sperimentali che caratterizzano le varie situazioni lito-stratigrafiche

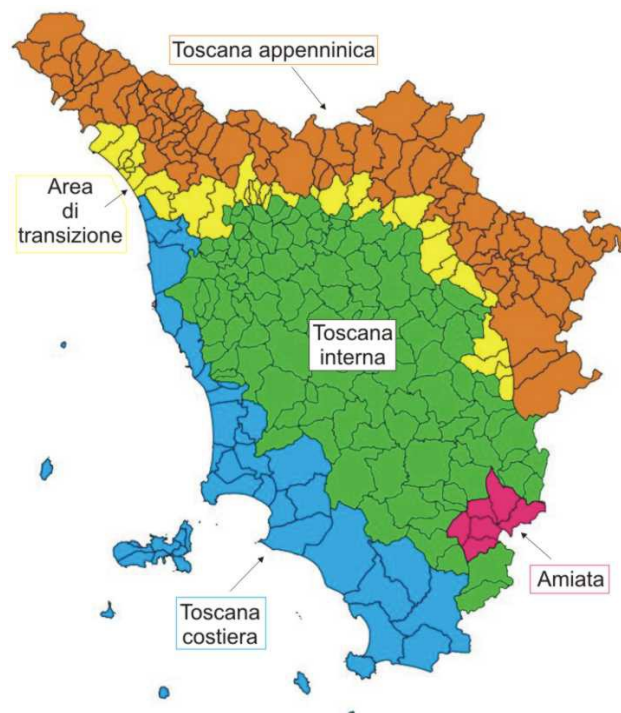
- Quarta fase

1. Costruzione degli abachi
2. Convalida degli abachi

Per l'utilizzo degli abachi, di seguito sono illustrate le fasi che il professionista incaricato di redigere lo studio di microzonazione sismica di livello 2 deve seguire:

- Verifica dell'ammissibilità: verificare che il comune in esame sia incluso nell'elenco dei comuni ammessi agli studi di microzonazione sismica di secondo livello e per i quali è consentito l'uso di abachi.

- Determinazione della macroarea alla quale appartiene il comune. Nella seguente mappa è possibile visualizzare le diverse macroaree in cui è stato diviso il territorio della Regione Toscana: Toscana appenninica, Toscana interna, Toscana costiera, Area di transizione, Amiata.



- Stima del valore di accelerazione di base: una volta definita la macroarea, è necessario stimare il valore di accelerazione di base per un tempo di ritorno di 475 anni per il centro abitato oggetto di analisi di secondo livello. I valori di soglia sono 0,15 g per le macroaree dell'Appennino toscano e dell'area di transizione e 0,125 g per la Toscana interna. Questa operazione consente di definire il tipo di abaco più adatto al contesto macrosismico dell'area di interesse.
- Verifica dell'idoneità: una volta identificato il sito di misurazione, deve essere verificato che sia adatto per l'applicazione degli abachi litostratigrafici di secondo livello.
- Stima della profondità del substrato: per ciascun sito di misurazione FHa, deve essere stimata se la profondità del substrato sismico è inferiore o superiore a 30,0 m. Questa informazione è essenziale per scegliere l'abaco più adatto per il contesto sismostratigrafico.
- Determinazione dei valori di FHa: per ogni sito deve essere definito il valore della frequenza fondamentale e il valore di Vs30 o Vsh; in modo da poter dedurre i valori di FHa (0.1-0.5s) e di FHa (0.5-1.0s).
- Estensione areale del modello: una volta definiti i fattori di amplificazione, l'estensione areale deve tenere conto del modello geologico desunto dallo studio di microzonazione sismica di livello 1, opportunamente integrato in questa fase.

È la facoltà del tecnico che esegue lo studio di non utilizzare i risultati dei programmi regionali, ma di effettuare in alternativa specifiche analisi di risposta sismica locale (RSL) in una configurazione monodimensionale, volte a determinare i fattori di amplificazione FHa nell'intervallo 0,1-0,5 secondi e 0,5-1,0 secondi.

Il risultato fondamentale del secondo livello è la **Carta di Microzonazione Sismica** ottenuta associando la quantificazione numerica degli effetti, con metodi semplificati, alle parti del territorio suscettibili di amplificazione sismica.

Nella carta vengono individuate le zone stabili, le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali e le zone suscettibili di instabilità.

Per quanto riguarda le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, le amplificazioni vengono quantificate, come descritto precedentemente, per mezzo di abachi che definiscono i fattori di amplificazione degli spettri elastici in superficie, associati alle singole situazioni litostratigrafiche. Detti abachi vengono predisposti dalle regioni, sulla base di criteri generali comuni, tenendo conto delle peculiarità sismotettoniche e geologiche dei rispettivi territori.

Sulla scorta dei fattori di amplificazione locale ricavati per ogni singola zona stabile suscettibile di amplificazioni locali derivante dalla Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) di Livello 1, le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali vengono raggruppate in base al valore del fattore di amplificazione di riferimento.

Inoltre, nella Carta di Microzonazione Sismica vengono inserite le zone suscettibili di instabilità, con particolare riferimento alle zone di attenzione per instabilità di versante, alle zone di attenzione per liquefazione e alle zone di attenzione per cedimenti differenziali.

Per la indicazioni tecniche cui attenersi per la predisposizione della **cartografie di Microzonazione Sismica** si rimanda ai par. 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 e 1.1.4 degli ICMS (versione 4.1) in cui vengono presentate le procedure di riferimento per la realizzazione delle suddette carte.

8.1 INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI INDAGINE

Gli studi di MS si sono concentrati sulla quasi totalità del territorio comunale ad eccezione di quelle porzioni perimetrali o morfologicamente più acclivi laddove non presenti aree edificate.

Infatti l'area di indagine coincide necessariamente con le zone del territorio comunale occupate da insediamenti abitativi, industriali e/o elementi antropici di interesse e sono state, pertanto, sottoposte a studi e indagini specifiche finalizzate alla redazione delle carte di dettaglio con rilievo in scala 1:2.000 e restituzione grafica ed "editing" in scala 1:5.000 (carta delle indagini, carta delle frequenze, carta geologico tecnica per la microzonazione sismica, carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica, carta di Microzonazione Sismica) previste per gli studi di microzonazione sismica di 1° e 2° Livello.

8.2 CARTA DELLE INDAGINI E CARTA DELLE FREQUENZE

Le Carte delle indagini (Tavole G.01, G.05 e G.09) mostra, nel dettaglio per ciascuna delle frazioni indagate, l'ubicazione di tutte le prove eseguite precedentemente al presente studio reperibili da fonti "bibliografiche" e/o banche dati, nonché l'ubicazione delle indagini geofisiche appositamente realizzate nel novero dello svolgimento delle attività di cui al presente studio di microzonazione sismica di 2° livello (cfr. allegate certificazioni ed elaborazione grafiche e tabellari delle prove stesse).

La nomenclatura delle diverse tipologie di indagine ubicate sulla CTR, è stata definita sulla base delle indicazioni riportate al par. 1.1.1. degli "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica per la Microzonazione Sismica".

Nelle Carte delle frequenze (Tavole G.03, G.7 e G.11) vengono fornite le informazioni ottenute (frequenza e ampiezza del picco di risonanza, classe di appartenenza) dall'interpretazione delle misure di rumore sismico eseguite nelle aree urbanizzate del comune di Reggello assoggettate alla presente indagine.

Per ogni misura è stata ottenuta la curva del rapporto H/V del segnale sismico acquisito, sulla quale sono stati eventualmente individuati picchi di risonanza per un certo valore di frequenza.

Tale cartografia riassume e fornisce indicazioni qualitative sulla classe di frequenza fondamentale allo scopo di distinguere:

- aree caratterizzate da assenza di fenomeni di risonanza significativi (ad esempio nessun massimo relativo significativo di f_0 nell'intervallo 0,1-20 Hz);
- aree caratterizzata da presenza di fenomeni di risonanza, distinguendo fra:
 - spessori attesi > di 100 m (indicativamente con $f_0 < 1$ Hz),
 - spessori compresi fra 100 e 50 m (indicativamente con $1\text{ Hz} < f_0 < 2$ Hz),
 - spessori compresi fra 50 e 30 m (indicativamente con $2\text{ Hz} < f_0 < 3$ Hz),
 - spessori compresi fra 30 e 20 m (indicativamente con $3\text{ Hz} < f_0 < 5$ Hz),
 - spessori compresi fra 20 e 10 m (indicativamente con $5\text{ Hz} < f_0 < 8$ Hz),
 - spessori compresi fra 10 e 5 m (indicativamente con $8\text{ Hz} < f_0 < 20$ Hz),

- spessori minori di 5 m (indicativamente con $f_0 > 20$ Hz).

Il range significativo a cui fare riferimento per la valutazione della suscettibilità all'amplificazione sismica di un sito è circa 1-10 Hz. Picchi con frequenze di circa 1-2 Hz sono rappresentativi mediamente di contrasti di impedenza sismica collocati a profondità dell'ordine di qualche centinaia di metri. Frequenze di risonanza, invece, comprese nell'intervallo 8-12 Hz sono rappresentative di limiti stratigrafici, esistenti tra coperture detritiche e substrato roccioso, la cui profondità è dell'ordine di qualche metro (mediamente compresa tra 0 e 10 m).

Per la rappresentazione dei risultati, sono stati considerati i seguenti intervalli di frequenza (Hz):

- nessuna risonanza
- 0,1 - 0,5
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 2,5
- 2,5 - 5,0
- 5,0 - 7,5
- 7,5 - 10,0
- 10,0 - 15,0
- 15,0 - 20,0

Al fine di riportare in carta il dato relativo all'ampiezza del picco fondamentale, sono stati considerati i seguenti intervalli di ampiezza:

- nessuna risonanza
- 1,1 - 2,0
- 2,0 - 3,0
- 3,0 - 5,0
- > 5,0

Ogni coppia di valori (frequenza/ampiezza) individuati, è stato riportato in apposita tabella sulla relativa cartografia di ubicazione indagini.

Per la valutazione dell'entità del contrasto d'impedenza sismica, individuato con l'interpretazione delle misure di rumore, si è fatto riferimento al seguente criterio di classificazione:

- per ampiezze < 3 , il contrasto d'impedenza sismico è basso
- per ampiezze > 3 , il contrasto d'impedenza sismico è elevato (alto).

Tale discriminazione è stata applicata solo a valori di ampiezza riferite al picco principale.

Per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione allegata al presente documento redatta dall'impresa realizzatrice delle indagini sismiche (cfr. relazione collazionata in apposito fascicolo unitamente alle certificazioni ed elaborazione grafiche e tabellari delle prove stesse).

L'entità del contrasto di impedenza sismica non è stato riportato direttamente sulla carta delle frequenze, ma sulle colonne stratigrafiche del modello geologico di sottosuolo, mostrate sulla carta delle MOPS e di Microzonazione sismica e sulle sezioni geologiche.

Tale elaborato ha il duplice scopo di fornire un adeguato strumento per la predisposizione della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica di livello 1 e della Carta di Microzonazione Sismica di livello 2, ma anche offrire un'indicazione delle profondità di investigazione per l'eventuale successivo livello superiore di MS (livello 3). L'utilizzo della tabella di confronto tra lo spessore di copertura stimato e la frequenza fondamentale del terreno, riportata nel lavoro di *Albarello ed alii, 2010.*, costituisce un valido ausilio. Utilizzando questa

tabella, infatti, è quindi possibile ottimizzare i costi ed evitare eventuali indagini geognostiche spinte a profondità eccessive o al contrario a profondità insufficienti a raggiungere il contrasto di impedenza sismico principale.



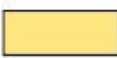


Una sintetica descrizione delle risultanze delle misure di rumore sismico effettuate con tecnica HVSR presso le aree di indagine nel territorio comunale di Reggello è riportata nel seguito del presente rapporto in cui si descrivono le caratteristiche rilevate per ogni frazione studiata.

8.3 CARTA GEOLOGICO TECNICA PER LA MICROZONAZIONE SISMICA

La carta geologico tecnica è stata redatta in scala 1:5.000 (Tavole G.02, G.06 e G.10) e rappresenta, secondo quanto previsto dalle norme ICMS (versione 4.1), l'elaborato di compendio di tutte le informazioni di base (geologia, geomorfologia, caratteristiche litotecniche, geotecniche ed idrogeologiche) necessarie alla definizione del modello di sottosuolo e funzionali alla carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) e della carta di microzonazione sismica.

Le unità geologico-litologiche vengono distinte tra terreni di copertura, con spessore minimo di 3,0 m, e substrato geologico rigido o non rigido, per giungere ad una standardizzazione delle informazioni relative agli aspetti geologici e litotecnici. La suddivisione dei litotipi in classi predefinite permette, così, di identificare situazioni litostratigrafiche potenzialmente suscettibili di amplificazione locale o di instabilità. Le tipologie dei terreni di copertura in base alle caratteristiche litologiche e i relativi codici corrispondenti vengono descritti utilizzando l'Unified Soil Classification System (ASTM, 1985, modificato) come di seguito presentato:

In aggiunta per i terreni di copertura vengono riportati i codici relativi agli ambienti di possibile genesi e deposizione dei terreni di copertura.

Terreni di copertura		
	RI	Terreni contenenti resti di attività antropica
	GW	Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie
	GP	Ghiaie pulite con granulometria poco assortita, miscela di ghiaia e sabbia
	GM	Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
	GC	Ghiaie argillose, miscela di ghiaia, sabbia e argilla
	SW	Sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose
	SP	Sabbie pulite con granulometria poco assortita
	SM	Sabbie limose, miscela di sabbia e limo
	SC	Sabbie argillose, miscela di sabbia e argilla
	OL	Limi organici, argille limose organiche di bassa plasticità
	OH	Argille organiche di media-alta plasticità, limi organici
	MH	Limi inorganici, sabbie fini, Limi micacei o diatomitici
	ML	Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità
	CL	Argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre
	CH	Argille inorganiche di alta plasticità, argille grasse
	PT	Torbe ed altre terre fortemente organiche

Legenda della Carta Geologico Tecnica: terreni di copertura

Ambiente vulcanico	
Colate/spandimenti/cupole/domi/dicchi/coni lavici	la
Coni scorie/ceneri	sc
Coltri ignimbritiche	ig
<i>Lahar</i> (colate di fango)	lh
Ambiente di versante	
Falda detritica	fd
Conoide detritica	cd
Conoide di deiezione	cz
Eluvi/colluvi	ec
Ambiente fluvio - lacustre	
Argine/barre/canali	es
Piana deltizia	dl
Piana pedemontana	pd
Bacino (piana) intramontano	in
Conoide alluvionale	ca
Terrazzo fluviale	tf
Lacustre	lc
Palustre	pa
Piana inondabile	pi
Ambiente carsico	
Riempimento di dolina/ <i>karren</i> / <i>vaschetta/sinkhole</i>	do
Forme costruite presso sorgenti	so
Forme costruite in canyon carsici	cy
Croste calcaree	cc
Ambiente glaciale	
Morena	mr
Deposito fluvio glaciale	fg
Deposito lacustre glaciale	fl
<i>Till</i>	ti
Ambiente eolico	
Duna eolica	de
<i>Loess</i>	ls
Ambiente costiero	
Spiaggia	sp
Duna costiera	dc
Cordone litoraneo	cl
Terrazzo marino	tm
Palude/laguna/stagno/lago costiero	pl
Altro ambiente	zz

Legenda della Carta Geologico Tecnica: ambienti genetico-deposizionali dei terreni di copertura

Le unità del substrato geologico vengono definite tenendo conto della tipologia (lapideo, granulare cementato, coesivo sovraconsolidato, alternanza di litotipi), della stratificazione (qualora esistente) e del grado di fratturazione (secondo una valutazione qualitativa).

Substrato geologico		
LP	LP	Lapideo
GR	GR	Granulare cementato
CO	CO	Coesivo sovraconsolidato
AL	AL	Alternanza di litotipi
LPS	LPS	Lapideo, stratificato
GRS	GRS	Granulare cementato, stratificato
COS	COS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato
ALS	ALS	Alternanza di litotipi, stratificato
SFLP	SFLP	Lapideo fratturato / alterato
SFGR	SFGR	Granulare cementato fratturato / alterato
SFCO	SFCO	Coesivo sovraconsolidato fratturato / alterato
SFAL	SFAL	Alternanza di litotipi fratturato / alterato
SFLPS	SFLPS	Lapideo, stratificato fratturato / alterato
SFGRS	SFGRS	Granulare cementato, stratificato fratturato / alterato
SFCOS	SFCOS	Coesivo sovraconsolidato, stratificato fratturato / alterato
SFALS	SFALS	Alternanza di litotipi, stratificato fratturato / alterato

Legenda della Carta Geologica Tecnica: substrato geologico

In tale cartografia sono stati riportati gli elementi tettonico strutturali (faglie e strutture tettoniche certe o presunte con relativo stato di attività, stratificazioni) e gli elementi geologico e idrogeologici puntuali derivanti dai dati di base (profondità del substrato geologico raggiunto da sondaggio o pozzo, profondità di sondaggio o pozzo che non ha raggiunto il substrato geologico, profondità della falda).

Inoltre vengono fornite indicazioni relativamente alle fenomenologie di instabilità di versante (tipologia di instabilità e stato di attività), per le cui definizioni riguardanti lo stato di attività dei versanti il riferimento è il progetto IFFI. Infine vengono presentate le forme morfologiche di superficie e sepolte.

Di seguito si riporta brevemente la descrizione delle varie “unità geologico-tecniche” individuate nelle aree sottoposte a studio di Microzonazione Sismica, con il dettaglio delle varie formazioni geologiche che a ciascuna di esse si è ritenuto far corrispondere.

Terreni di copertura

- **Unità geologico-tecnica RI:** corrisponde ai terreni di riporto contenenti resti di attività antropica (h5).
- **Unità geologico-tecnica GMfd:** si tratta di terreni costituiti da ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante (falda detritica). A questi corrispondono i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a), ai depositi di versante (aa) e ad alcuni accumuli gravitativi di materiale eterogeneo (a1a, q, s).
- **Unità geologico-tecnica GMes:** si tratta di terreni costituiti da ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre (argine/barre/canali). A questi corrispondono alcuni accumuli gravitativi di materiale eterogeneo (a1a, q, s).
- **Unità geologico-tecnica SMfd:** si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante (falda detritica). A questi corrispondono i depositi alluvionali in terrazzati (bna).
- **Unità geologico-tecnica SMes:** si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre (argine/barre/canali). A questi corrispondono i depositi alluvionali in terrazzati (bna).
- **Unità geologico-tecnica SMec:** si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico di versante (eluvi/colluvi). A questi corrispondono i depositi eluvio-colluviali (b2a) sovrapposti a un substrato litoide arenaceo/calcareo.
- **Unità geologico-tecnica MLec:** si tratta di terreni costituiti da limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico di versante (eluvi/colluvi). A questi corrispondono i depositi eluvio-colluviali (b2a) sovrapposti a un substrato litoide prevalentemente pelitico.
- **Unità geologico-tecnica SMtf:** si tratta di terreni costituiti da sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre (terrazzo fluviale). A questi corrispondono i depositi dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) e le Sabbie di Borro Cave (SBC).
- **Unità geologico-tecnica SWtf:** si tratta di terreni costituiti da sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose di ambiente genetico fluvio lacustre (terrazzo fluviale). A questi corrispondono i depositi delle Sabbie del Tasso (STA), delle Sabbie di La Loccaia (LOC) e delle Sabbie di Levane (SLE).
- **Unità geologico-tecnica GMtf:** si tratta di terreni costituiti da ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre (terrazzo fluviale). A questi corrispondono i depositi dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO), Ciottolami della Penna (CPE), Ciottolami e Sabbie di Casa la Querce (CCQ), Ciottolami di leccio (CL, CLa, Clb), e i livelli di ciottolami presenti all'interno dei depositi appartenenti ad ulteriori formazioni del Sintema del Valdarno.
- **Unità geologico-tecnica MLtf:** si tratta di terreni costituiti da limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre (terrazzo fluviale). A questi corrispondono i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER).
- **Unità geologico-tecnica CLtf:** si tratta di terreni costituiti da argille inorganiche di media-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre di ambiente genetico fluvio lacustre (terrazzo fluviale). A questi corrispondono i depositi delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

Per quanto riguarda i corpi di frana, questi sono stati riportati nella cartografia secondo quanto previsto alla figure 1.1.2-5 delle norme ICMS (versione 4.1), evidenziando per ciascun corpo la sua natura (qualora riscontrabile) e lo stato di attività.

Substrato geologico

- **Unità geologico-tecnica LP:** corrisponde al substrato geologico costituito da formazioni lapidee. A questa unità appartengono i depositi travertinosi (f1b).
- **Unità geologico-tecnica LPS:** corrisponde al substrato geologico costituito da formazioni lapidee, stratificate. A questa unità appartengono i depositi appartenenti alla Formazione di Monte Morello (MLL), alla Pietraforte (PTF), alle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montefalco (FAL1), alle Arenarie del M. Falterona – Camaldoli (FAL2), alle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3 e FAL3c), alle Arenarie di Monte Senario (SEN), alle Brecciole di Monte Senario (SNE) e al Macigno (MAC).
- **Unità geologico-tecnica ALS:** corrisponde al substrato geologico costituito da un'alternanza di litotipi stratificati. A questa unità appartengono i depositi appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL), alle Arenarie del M. Falterona – Membro di Lonnano (FAL4), alle Argille e Calcari di Canetolo (ACC, ACCa) e alle Marne di San Polo (MACc).
- **Unità geologico-tecnica SFAL:** corrisponde al substrato geologico costituito dall'alternanza di litotipi molto fratturati e/o alterati. A questa unità appartengono i depositi appartenenti ai depositi olistostromici della formazione del Macigno (MACa) e delle Arenarie del M. Falterona (FALa).

Di seguito viene riportata una tabella comparativa delle classi di attribuzione, per ciascun deposito litostratigrafico o formazione geologica, della cartografia litologico-tecnica, secondo le norme VEL, e della cartografia geologico-tecnica per la microzonazione sismica, secondo le norme ICMS (versione 4.1).

<i>SIGLA FORMAZIONE</i>	<i>NOME FORMAZIONE</i>	<i>UNITA' LITOLOGICO-TECNICA (VEL)</i>	<i>UNITA' GEOLOGICO-TECNICA (ICMS)</i>
h5	Depositi antropici di riporto	h	RI
a1a, q, s	Corpi di frana (su substrato litoide)	E	GMfd
	Corpi di frana (su terreni pleistocenici)	E	SMfd
a3a	Detrito di falda	E	GMfd
aa	Depositi di versante	E	GMfd
b	Depositi alluvionali in evoluzione	E2	GMes
bna	Depositi alluvionali terrazzati	E3	SMes
b2a	Depositi eluvio-colluviali (su substrato arenaceo/calcareo)	E3	SMec
	Depositi eluvio-colluviali (su substrato pelitico)	F	MLec
f1b	Travertini	B3	LP
LAT	Limi di Latereto e di Pian di Tegna	E3	SMtf
STA	Sabbie del Tasso	E3	SWtf
LOC	Sabbie di La Loccaia	E3	SWtf
SLE	Sabbie di Levane	E3	SWtf
CLO	Ciottolami di Loro Ciuffenna	E2	GMtf
CPE	Ciottolami della Penna	E2	GMtf
CCQ	Ciottolami e Sabbie di Casa la Querce	E2	GMtf

SBC	Sabbie di Borro Cave	E3	SMtf
CL	Ciottolami di Leccio	E2	GMtf
LSO	Limi del Torrente Oreno	F1	MLtf
ASC	Argille del Torrente Ascione	F2	CLtf
TER	Limi di Terranuova	F1	MLtf
MLL	Formazione di Monte Morello	B4	LPS
SIL	Formazione di Sillano	B5	ALS
PTF	Pietraforte	B3	LPS
FAL1	Arenarie del M. Falterona – Membro di Montefalco	B2	LPS
FAL2	Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli	B3	LPS
FAL3	Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto	B4	LPS
FAL3c	Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto – litofacies siltoso-arenacea	B4	LPS
FAL4	Arenarie del M. Falterona – Membro di Lonnano	B5	ALS
FALa	Arenarie del M. Falterona – litofacies olistostromica	Bc	SFAL
SEN	Arenarie di Monte Senario	B4	LPS
BMS	Brecciole di Monte Senario	B4	LPS
ACC	Argille e Calcari di Canetolo	B5	ALS
MAC	Macigno	B2	LPS
MACc	Marne di San Polo	B4	ALS
MACa	Macigno – litofacies olistostromica	Bc	SFAL

8.4 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

La “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica” rappresenta l’elaborato cartografico fondamentale degli studi di microzonazione sismica di livello 1. Scopo della realizzazione di tale elaborato è la definizione di zone ad eguale comportamento sismico. La produzione della carta MOPS è basata sulla sintesi delle informazioni di carattere geologico, geomorfologico, litotecnico-tecnico e sismico desunti dalle cartografie tematiche realizzate per lo studio di microzonazione e i “dati di base raccolti” quali stratigrafie e certificazioni di prove penetrometriche, analisi di laboratorio e indagini sismiche per la definizione della velocità delle onde P e SH e misure di frequenza caratteristica dei terreni. Inoltre, al fine di valutare l’influenza degli aspetti topografici di versate, si sono tenute in considerazione le caratteristiche clivometriche dei luoghi deducibili dalla cartografia ufficiale C.T.R. della Regione Toscana.

Per classificare le aree in esame si è stato fatto riferimento (come da paragrafo 1.1.3 degli ICMS, versione 4.1) alle seguenti categorie di microzone:

- zone stabili
- zone stabili suscettibili di amplificazioni locali
- zone di attenzione per le instabilità

Le **zone stabili** sono quelle nelle quali si ipotizza che non si verificano significativi fenomeni di amplificazione sismica (presenza di substrato geologico/sismico in affioramento) e per le quali, perciò, in caso di evento sismico, sono attesi scuotimenti equivalenti a quelli forniti dagli studi di pericolosità sismica di base dell'INGV. Considerando che la pericolosità sismica di base di un sito è definita sull'ipotesi di substrato litoide affiorante su superficie pianeggiante o con inclinazione inferiore a 15° , rientrano nella classe delle zone stabili tutte quelle aree che presentano substrato roccioso in affioramento (con eventuale copertura costituita dalla coltre di alterazione con spessore massimo di 3 m) e per le quali si abbiano condizioni di bassa fratturazione dell'ammasso ($J_v \leq 10-15$), nonché inclinazione del pendio $< 15^\circ$. Inoltre, qualora studi pregressi evidenzino una velocità di propagazione delle onde S nei primi 30 m di sottosuolo inferiore a 800 m/s, il substrato affiorante può non essere considerato substrato sismico, ma solamente geologico. La numerazione delle zone stabili è progressiva a partire dalla n.1 fino alla n. K.

Le **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali** sono le aree nelle quali si presume che, in presenza di sisma, si possano verificare fenomeni di amplificazione sismica. Sono caratterizzate o dalla presenza solamente di substrato roccioso affiorante con caratteristiche strutturali e/o topografiche e/o sismiche tali da non permettere la delimitazione di una zona stabile, oppure dall'esistenza di coperture riconducibili a depositi di origine alluvionale, a coltri detritiche di versante (detriti di versante, depositi eluvio-colluviali, frane), a depositi di origine antropica. La numerazione è progressiva a partire da k+1 fino a n.

Le **zone di attenzione per le instabilità** sono le zone per le quali, in caso di terremoto, si ipotizza si possano manifestare deformazioni permanenti del sottosuolo. I fenomeni deformativi individuati dagli ICMS (versione 4.1) come causa dell'evento sismico sono:

- **instabilità di versante (frane attive, quiescenti, inattive)**

- **liquefazione**

- **cedimenti differenziali**

- **faglie attive e capaci**

Le **instabilità di versante** sono legate all'attivazione di nuove frane o alla riattivazione di frane quiescenti o antiche stabilizzate. Le tipologie di movimenti sulla base delle quali possono essere discriminate le frane sono: crollo o ribaltamento, scorrimento, colata, frana complessa.

La **liquefazione** è legata alla presenza di materiali granulari sciolti riconducibili a sabbie, sabbie e limi, sabbie e ghiaie. Inoltre si considerano terreni potenzialmente liquefacibili, quelli nei quali la superficie piezometrica della falda freatica superficiale o di falde confinate più profonde si trovi ad una profondità da p.c. ≤ 15 m. Comunque per gli aspetti legati alla liquefacibilità dei terreni, gli aspetti di cui tenere conto sono quelli indicati al par. 7.11.3.4 delle NTC 2008 (per le quali sicuramente la natura granulometrica, la profondità della falda e la magnitudo attesa costituiscono i principali fattori predisponenti) e gli ulteriori approfondimenti riportati al par. 3.1.3 degli ICMS (versione 4.1). Relativamente a tale aspetto si è tenuto conto delle indicazioni di cui alle *"Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione"* editate dalla Commissione Tecnica per la microzonazione sismica.

I **cedimenti differenziali** sono attesi lungo le zone di contatto tra unità geologiche aventi caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse (es. depositi alluvionali su substrato roccioso). Tale differenza si traduce in una diversa risposta sismica, la quale può indurre, in caso di terremoto, cedimenti significativi, soprattutto nei terreni

presenti a ridosso del contatto stratigrafico. Le zone di instabilità per cedimenti differenziali possono perciò essere rappresentate tramite buffer.

Le **faglie attive e capaci** sono faglie per le quali si ipotizza che:

- si siano mosse almeno una volta negli ultimi 40.000 anni
- che potenzialmente manifestano deformazioni che si possono propagare fino in superficie.

Come descritto negli ICMS (versione 4.1), le potenziali faglie attive da inserire nella cartografia geologica-geomorfologica devono essere confermate da studi di geologia strutturale di comprovata validità. Inoltre l'identificazione di eventuali faglie capaci, deve essere eseguita facendo riferimento allo studio ITHACA dell'INGV, con il quale è stato realizzato un archivio delle faglie capaci presenti sul territorio italiano. Anche nel caso di instabilità per faglie attive e capaci, come per i cedimenti differenziali, si tende a definire un buffer in corrispondenza della lineazione tettonica.

Al fine di integrare le informazioni acquisite con la definizione delle microzone, la carta delle MOPS riporta le morfologie che hanno rilevanza ai fini dell'amplificazione sismica (**forme di superficie e forme/elementi sepolti**). Tali morfologie sono riconducibili a forme deposizionali come conoidi alluvionali e falde detritiche, ma anche a forme di versante quali orli di scarpata morfologica con $10 < h < 20$ m e $h > 20$ m, creste e picchi isolati (cocuzzoli), forme fluviali come orli di terrazzi fluviali con $10 < h < 20$ m e $h > 20$ m, forme erosive (scarpare e valli) e carsiche (cavità) sepolte.

8.5 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

La "Carta di Microzonazione Sismica" rappresenta l'elaborato cartografico fondamentale degli studi di microzonazione sismica di Livello 2. Scopo della realizzazione di tale elaborato è la definizione di zone ad uguale comportamento sismico in funzione dello specifico fattore di amplificazione sismica. La produzione della carta di Microzonazione Sismica si basa sulla sintesi delle informazioni di carattere geologico, geomorfologico, litotecnico-tecnico, di indagine e sismico desunti dalle cartografie tematiche realizzate per lo studio di microzonazione sismica di livello 1 approvato e sull'applicazione della quantificazione numerica degli effetti, sulla scorta degli abachi di riferimento, in funzione dei valori peculiari di caratterizzazione sismica (V_{s30} , f_0) del sottosuolo di interesse.

Per classificare le aree in esame si è stato fatto riferimento (come da paragrafo 1.1.4 degli ICMS versione 4.1) alle seguenti categorie di microzone:

- **zone stabili**
- **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali**
- **zone suscettibili di instabilità**

Le **zone stabili** e le **zone stabili suscettibili di amplificazioni locali** hanno come attributo i parametri che quantificano l'amplificazione locale del moto sismico di base e uno spettro di risposta elastico rappresentativo.

Le zone stabili sono caratterizzate sempre da un'amplificazione uguale a 1,0. Le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali sono invece caratterizzate da classi di fattori di amplificazione. Se dalle analisi sviluppate con gli abachi o attraverso simulazioni numeriche vengono riscontrate delle deamplificazioni, per convenzione si attribuirà alla microzona un valore uguale a 1,0.

Nell'ambito degli approfondimenti di Livello 2 le amplificazioni vengono valutate attraverso abachi in funzione della bassa complessità del contesto nel quale è inquadrato lo studio. Nella Carta di Microzonazione Sismica viene riportato il parametro che quantifica l'amplificazione indicato dalla Regione.

Gli ICMS definiscono, nell'ambito degli approfondimenti di Livello 2, una serie di abachi finalizzati all'individuazione di un valore che caratterizzi le microzone stabili suscettibili di amplificazioni locali in termini di fattori di amplificazione.

Le amplificazioni dovute ad effetti litostratigrafici sono espresse con due fattori numerici (FA e FV) da applicare alle ordinate spettrali a basso periodo (FA) e alto periodo (FV). Tra i parametri di amplificazione, potrà essere inserito anche Ft, che sarà espresso con la stessa simbologia e le stesse classi degli altri parametri di amplificazione.

Gli abachi degli ICMS sono rappresentativi di assetti litostratigrafici semplificati e sono stati sviluppati con la finalità di consentirne un utilizzo quanto più possibile diffuso. La Regione Toscana, si è dotata, come prescritto dalle Linee Guida ICMS (versione 4.1) di abachi propri e più rappresentativi degli assetti sismotettonici e geologico-tecnici regionali degli ambienti che li caratterizzano.


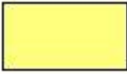



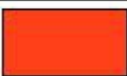

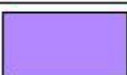



Nella tabella seguente vengono riportati i parametri di amplificazione da riportare secondo i criteri ICMS (versione 4.1) nelle Carte di Microzonazione Sismica.

Parametro	Descrizione
FA	Valore del fattore di amplificazione FA a bassi periodi come definito in ICMS
FV	Valore del fattore di amplificazione FV ad alti periodi come definito in ICMS
Ft	Valore del fattore di amplificazione topografica come definito in ICMS
FH0105	Valore del fattore di amplificazione calcolato come intensità di Housner in pseudovelocità nell'intervallo di integrazione 0.1-0.5 s
FH0510	Valore del fattore di amplificazione calcolato come intensità di Housner in pseudovelocità nell'intervallo di integrazione 0.5-1.0 s
FH0515	Valore del fattore di amplificazione calcolato come intensità di Housner in pseudovelocità nell'intervallo di integrazione 0.5-1.5 s
FPGA	Valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA
FA0105	Valore del fattore di amplificazione calcolato sugli spettri in pseudoaccelerazione nell'intervallo di integrazione 0.1-0.5 s
FA0408	Valore del fattore di amplificazione calcolato sugli spettri in pseudoaccelerazione nell'intervallo di integrazione 0.4-0.8 s
FA0711	Valore del fattore di amplificazione calcolato sugli spettri in pseudoaccelerazione nell'intervallo di integrazione 0.7-1.1 s

L'inserimento dei valori di FA0105, FA0408 e FA0711, per garantire omogeneità di rappresentazione nel database a livello nazionale, è facoltativo per il Livello 2 di Microzonazione Sismica qualora siano disponibili abachi regionalizzati, come nel caso della Regione Toscana. Nel caso in esame, essendo stati definiti dalla Regione Toscana gli abachi di riferimento, non vengono presentati i valori di FA0105, FA0408 e FA0711.




Nelle carte di Microzonazione Sismica di livello 2 per le zone stabili e per le zone stabili suscettibili di amplificazioni locali viene usata, secondo quanto riportato alla fig. 1.1.4.1-1 la seguente legenda.


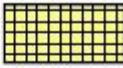

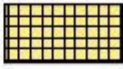
















Si precisa che nella zona stabile, con parametro di amplificazione uguale a 1,0 sono comprese le zone con deamplificazione e con amplificazioni fino a 1,04. Nella classe 1,1-1,2, invece, sono compresi valori di amplificazione da 1,05 a 1,24, mentre nella classe 1,3-1,4 sono compresi valori di amplificazione da 1,25 a 1,44, e così via.

Zone stabili (parametro di amplificazione uguale a 1,0).¹²	
	1.0
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali (classe del parametro di amplificazione).¹³	
	1.1 - 1.2
	1.3 - 1.4
	1.5 - 1.6
	1.7 - 1.8
	1.9 - 2.0
	2.1 - 2.2
	2.3 - 2.4
	2.5 - 3.0
	3.1 - 3.5
	>3.5

Per quanto riguarda le zone suscettibili di instabilità, nella carta di Microzonazione Sismica con approfondimento di Livello 2, le zone suscettibili di instabilità per liquefazione o instabilità di versante conservano la geometria delle zone definite dalla Carta delle MOPS, ma con riferimento alle zone date dall'amplificazione calcolata con gli abachi.

Di seguito vengono riportate le legende relative alle zone di attenzione per instabilità

Zone di attenzione per instabilità	
Vedi Figura 1.1.4.2-1a	Z _{AHR} - Zona di Attenzione per instabilità di versante
Vedi Figura 1.1.4.2-1a	Z _{ALQ} - Zona di Attenzione per liquefazioni
	Z _{AFAC} - Zona di Attenzione per faglie attive e capaci
	Z _{ACD} - Zona di Attenzione per cedimenti differenziali/crollo di cavità sotterranee/ <i>sinkhole</i>
	Z _{AID} - Zona di Attenzione per sovrapposizione di instabilità differenti

Zone di attenzione per instabilità		
Z _{AHR}	Z _{ALQ}	PARAMETRO DI AMPLIFICAZIONE
		1.1 - 1.2
		1.3 - 1.4
		1.5 - 1.6
		1.7 - 1.8
		1.9 - 2.0
		2.1 - 2.2
		2.3 - 2.4
		2.5 - 3.0
		3.1 - 3.5
		>3.5

Estratto Fig. 1.1.4.2-1.a

In carta, su ciascuna zona di attenzione per instabilità di versante e per liquefazione, viene riportato il valore del fattore di amplificazione.

8.6 METODOLOGIE DI ELABORAZIONE E RISULTATI

ELABORAZIONI DI LIVELLO 1

Relativamente al livello 1 e alle carte delle indagini, delle frequenze e geologico tecnica per la microzonazione sismica si rimanda a quanto riportato ai paragrafi 8.2 e 8.3, mentre per quanto concerne la Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS) nel proseguo vengono elencate e descritte le risultanze relative alla

elaborazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica eseguita per il territorio comunale (come presentate negli elaborati Tavole G.04, G.08 e G.12 in scala 1:5.000).

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

ID	Descrizione Zona
Z1 (2001)	Substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; basso contrasto d'impedenza (c.i.). Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
Z2 (2002)	Substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 15,0 m; alto c.i..
Z3 (2003)	Substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i..
Z4 (2004)	Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
Z5 (2005)	Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i..
Z6 (2006)	Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i..
Z7 (2007)	Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i..
Z8 (2008)	Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i..
Z9 (2009)	Copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 30,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
Z10 (2010)	Copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i..
Z11 (2011)	Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; $i > 15^\circ$, alto c.i..
Z12 (2012)	Copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) e di litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 30,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i..
Z13 (2013)	Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 30,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i..
Z14 (2014)	Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) e di litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore complessivo compreso tra 5,0 e 30,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione /zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
Z15 (2015)	Copertura "pleistocenica" costituita dall'alternanza di litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con, talora, orizzonte

- basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i..
- Z16 (2016)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; basso c.i..
- Z17 (2017)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m; basso c.i..
- Z18 (2018)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m; basso c.i..
- Z19 (2019)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con, talora, orizzonte basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i. (alto c.i. a profondità > 50,0 m da p.c.). Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
- Z20 (2020)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore compreso tra 30,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
- Z21 (2021)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore compreso tra 30,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
- Z22 (2022)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con, talora, orizzonte basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i..
- Z23 (2023)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m, con, talora, orizzonte basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
- Z24 (2024)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m; basso c.i..
- Z25 (2025)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m, con, talora, livello basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i..
- Z26 (2026)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m, con, talora, livello basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i..
- Z27 (2027)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) e sabbioso ghiaioso (SW) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, su

- litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) e limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m, con, talora, livello basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i..
- Z28 (2028)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m; basso c.i..
- Z29 (2029)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; basso c.i..
- Z30 (2030)** Substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i..
- Z31 (2031)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), coltre di alterazione /zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i..
- Z32 (2032)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, su substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), coltre di alterazione /zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i..
- Z33 (2033)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; basso c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
- Z34 (2034)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; basso c.i..
- Z35 (2035)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; basso c.i..
- Z36 (2036)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; basso c.i..
- Z37 (2037)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 30,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione /zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
- Z38 (2038)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore

compreso tra 10,0 e 30,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione /zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i..

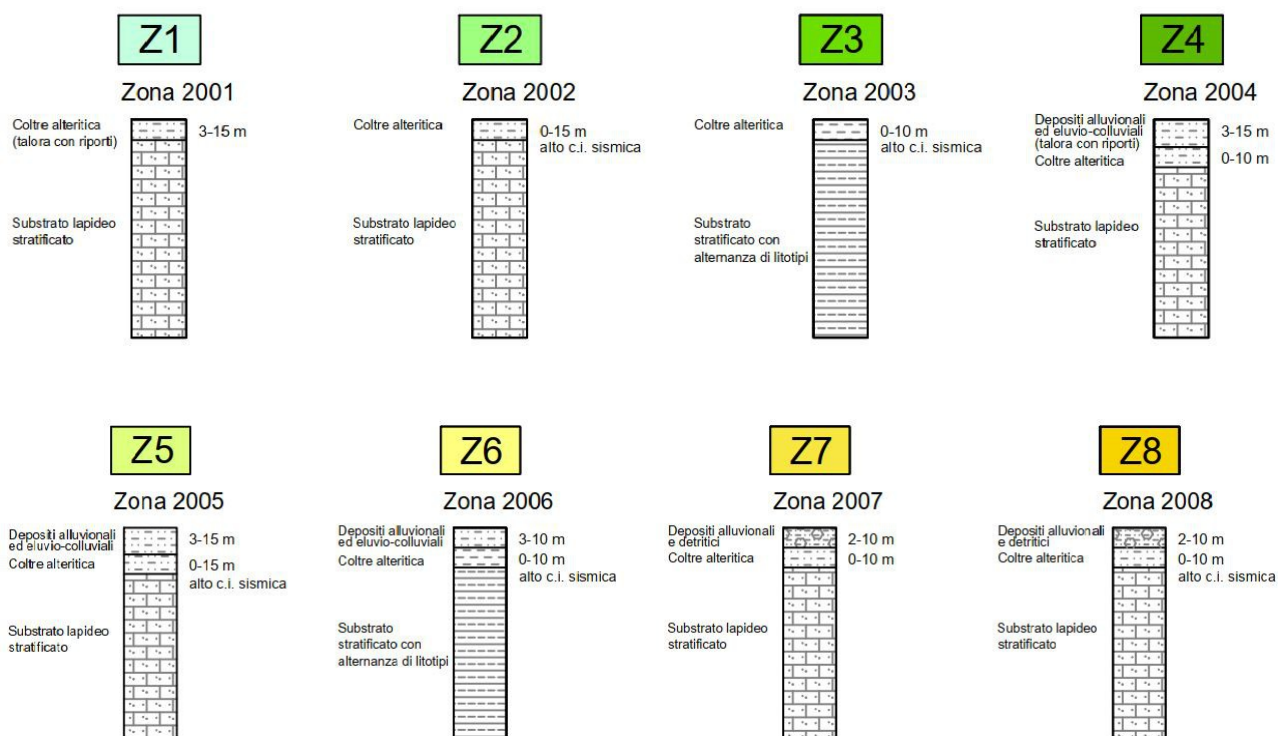
Z39 (2039) Copertura recente di natura ghiaioso sabbiosa (GM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione /zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i..

Zone di attenzione per le instabilita'

ID	Descrizione Zona
ZAFR1....n	Instabilità di versante per frana (con indicato il numero della zona stabile suscettibile di amplificazione locale a cui il corpo franoso è sovrastante).
ZALQ	Liquefazioni
ZACD	Cedimenti differenziali / crollo di cavità sotterranee / sinkhole.
ZAID	Sovrapposizione di instabilità differenti.

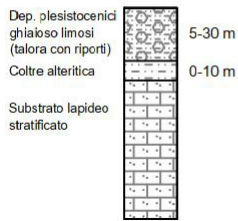
Di seguito vengono riportate graficamente le colonne sintetiche rappresentative delle suddette microzone, riportate anche nella specifica carta delle Mops.

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali



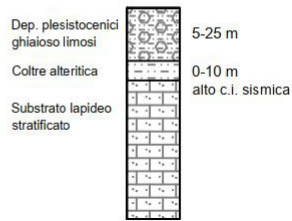
Z9

Zona 2009



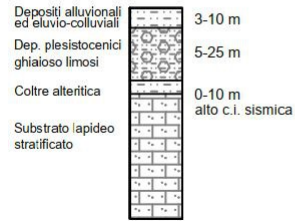
Z10

Zona 2010



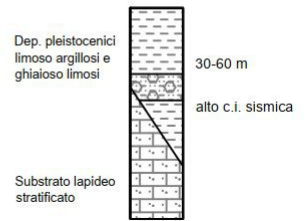
Z11

Zona 2011



Z12

Zona 2012



Z13

Zona 2013



Z14

Zona 2014



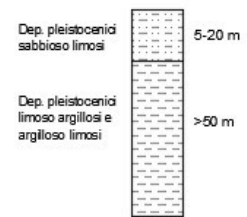
Z15

Zona 2015



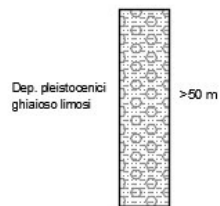
Z16

Zona 2016



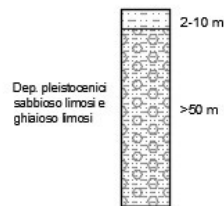
Z17

Zona 2017



Z18

Zona 18



Z19

Zona 2019



Z20

Zona 2020



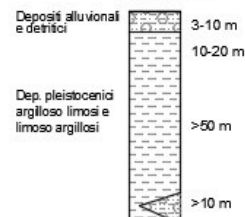
Z21

Zona 2021



Z22

Zona 2022



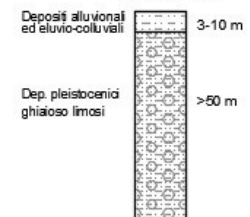
Z23

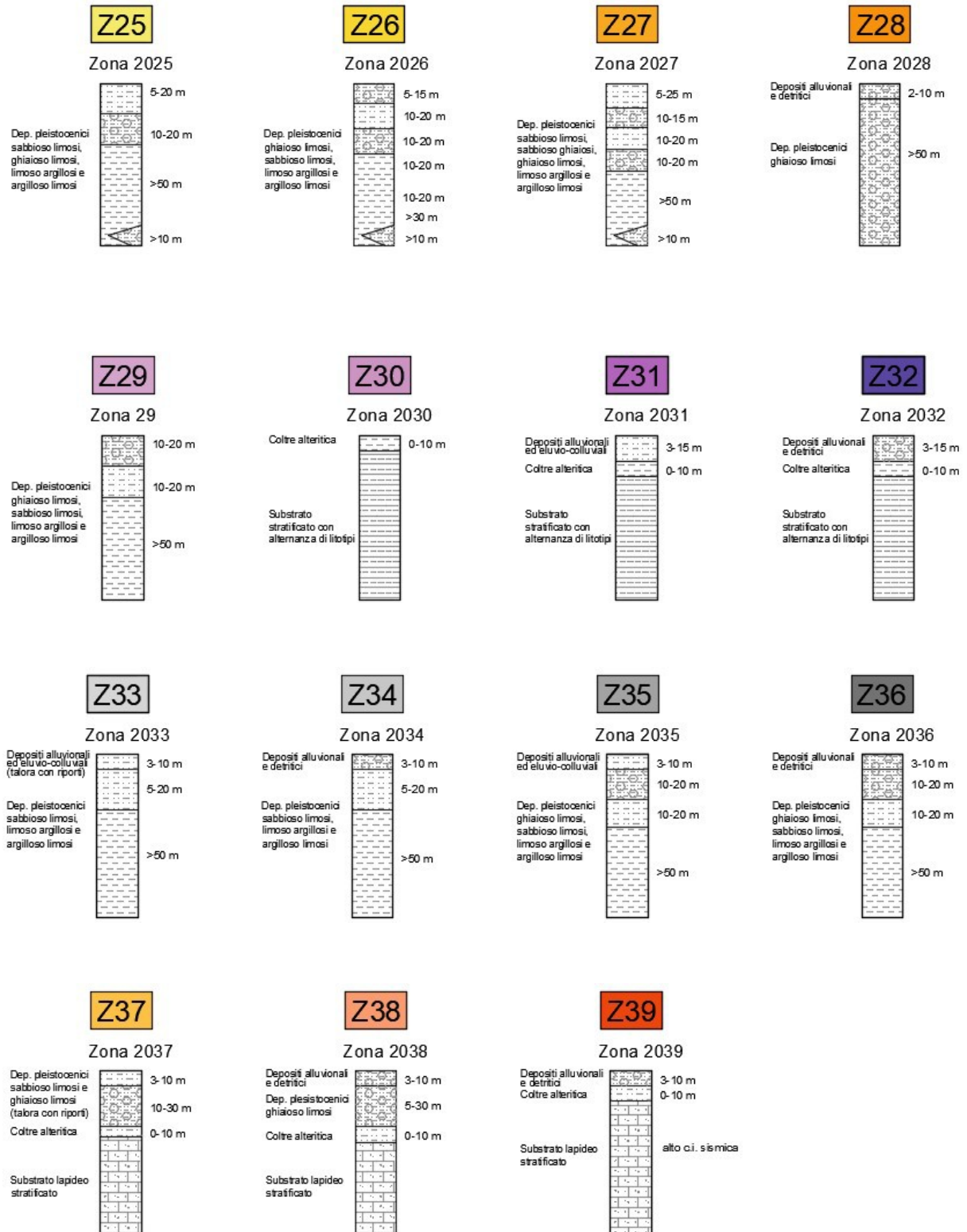
Zona 2023



Z24

Zona 2024





ELABORAZIONI DI LIVELLO 2

Per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 del territorio comunale di Reggello, la Carta delle Indagini di Livello 1 ed il relativo database sono stati aggiornati con i nuovi dati acquisiti durante il presente lavoro; è stata naturalmente seguita la simbologia indicata nelle Istruzioni Tecniche e negli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica ufficiali (ICMS, versione 4.1).

Relativamente alla Carta delle Frequenze naturali dei depositi è stato confermato l'elaborato redatto per il Livello 1, in quanto non sono state eseguite nuove misure HVSR.

Nella carta sono riportati i risultati della campagna di misure di microtremore a stazione singola HVSR, comunemente nota con il termine H/V condotte secondo gli standard e i criteri stabiliti dagli ICMS (versione 4.1) e indicati nel Volume di Ingegneria sismica 2/11 per la misura delle frequenze fondamentali dei depositi che costituiscono la copertura della pianura alluvionale e delle coltri detritiche su substrato.

Nella Carta di Microzonazione Sismica è stata riportata la distribuzione delle aree caratterizzate da amplificazioni locali del moto sismico per effetti litostratigrafici, per le quali è stato quantificato il fattore di amplificazione FA, ottenute tramite lo studio di Microzonazione Sismica di Livello 2 effettuato.

In accordo con i referenti della Regione Toscana per meglio rappresentare gli effetti attesi sono state elaborate tre rappresentazioni cartografiche per ognuna delle zone studiate:

- la carta di microzonazione sismica per il fattore di amplificazione relativo al periodo compreso fra 0.1 e 0,5s,
- la carta di microzonazione sismica per il fattore di amplificazione relativo al periodo compreso fra 0,5 e 1,0s;
- la carta di microzonazione sismica nella quale sono riportati i fattori di amplificazione massimi, carta quest'ultima propedeutica alla futura realizzazione della carta della pericolosità sismica.

Per detto elaborato le nuove indagini eseguite hanno confermato il modello geologico generale e quindi la classificazione delle microzone eseguita in fase di Livello 1; restano pertanto valide anche le sezioni litotecniche presentate nel precedente studio.

Pertanto, alle varie Zone, individuate in fase di primo livello, sono stati assegnati i valori del Fattore di Amplificazione, secondo le procedure indicate nella relazione esplicativa sull'utilizzo degli Abachi Regionali (DSFTA – Unisi 2013).

In termini metodologici si è proceduto:

- all'individuazione degli abachi relativi alla zona di interesse, corrispondente all'**Area di Transizione**;
- all'individuazione del valore di A_g (475 anni): è stata utilizzata la griglia dei valori indicati dall'INGV. Le aree di indagine ricadono per la loro interezza in **$A_g < 0,15g$** ;
- alla verifica della profondità del substrato. Nel caso in esame risulta **inferiore a 30m** per le località Tosi, Donnini, San Clemente, Sant'Ellero, San Donato in Fronzano, Pietrapiana, Saltino e Vallombrosa e per porzioni delle località Reggello capoluogo e Ciliegi; **superiore a 30m** per le località Leccio, Matassino, Vaggio, Montanino, Prulli e Le Fornaci, Cancelli e per porzioni delle località Reggello capoluogo e Ciliegi.
- all'utilizzo degli abachi per l'assegnazione dei valori del fattore di amplificazione utilizzando i valori di Vs30 o Vs equivalenti e di f_0 .

Sono quindi state effettuate le determinazioni dei valori del fattore di amplificazione per le aree oggetto di Microzonazione Sismica di Livello 2 nei siti d'indagine, con i risultati sintetizzati nella Carta di Microzonazione Sismica di Livello 2.

Per semplicità di lettura sono state prodotte tre carte di cui le prime due con i fattori di amplificazione relativi rispettivamente a $T_0 = 0.1-0.5s$ e a $T_0 = 0.5-1.0s$; la terza carta riporta i valori massimi relativi ad entrambi gli scenari.

Per l'assegnazione dei valori del fattore di amplificazione (FHa) si precisa che i dati geofisici ottenuti dalle campagne di Microzonazione Sismica di Livello 1 e Livello 2 evidenziano in entrambe le Finestre di

Amplificazione calcolate (Fh01-05; Fh05-1) delle particolarità dovute alla peculiarità del contesto geologico, già evidenziate negli studi di Microzonazione di Livello 1.

In particolare:

- Per l'Intervallo 05-1s, nel caso di $A_g < 0.15g$ e profondità del substrato < 30 m, le zone Mops 1-2(Tosi)-5(Saltino, Tosi)-14(San Clemente)-37 mostrano valori di amplificazione ricadenti nell'intervallo 1,3 – 1,4, considerando nell'abaco di riferimento velocità delle onde $V_{sH} = 500$ m/s con valori medi di frequenza $f_0 = 1,5$ Hz, 6,5 Hz e $f_0 > 8$ Hz, e velocità delle onde $V_{sH} = 300$ m/s con valori medi di frequenza $f_0 > 8$ Hz.

Le zone Mops 2(San Clemente)-3-4(Vallombrosa) presentano valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,5-1,6 considerando nell'abaco di riferimento valori medi di frequenza $f_0 > 8$ Hz e velocità delle Onde V_{sH} pari a 300 m/s.

Le zone Mops 4(Donnini, Reggello)-5(San Clemente)-7-8-9(Pietrapiana)-10-11-13-14(Ciliegi)-30-31-32 presentano valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,7-1,8 considerando nell'abaco di riferimento velocità delle onde $V_{sH} = 300$ m/s con valori medi di frequenza $f_0 = 2,5$ Hz, 5,5 Hz e 6,5 Hz e $f_0 > 8$ Hz, velocità delle onde $V_{sH} = 500$ m/s con valori medi di frequenza $f_0 = 5,5$ Hz e nel caso di applicazione del 75°.

La zona Mops 9(Donnini) presenta valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,9-2,0 considerando nell'abaco di riferimento velocità delle onde $V_{sH} = 300$ m/s con valori medi di frequenza $f_0 = 4,5$ Hz.

La zona Mops 6 presenta valori di amplificazione compresi nell'intervallo 2,1-2,2 considerando nell'abaco di riferimento velocità delle onde $V_{sH} = 300$ m/s con valori medi di frequenza $f_0 = 3,5$ Hz.







- Per l'Intervallo 01-05s, nel caso di $A_g < 0.15g$ e profondità del substrato > 30 m, le zone Mops 15-19 mostrano valori di amplificazione ricadenti nell'intervallo 1,1 – 1,2, considerando nell'abaco di riferimento valori medi di frequenza $f_0 < 1$ Hz e velocità delle onde $V_{sH} = 300$ m/s.

Le zone Mops 16-17-20(San Clemente)-21-22-23-24-25-26-27-28-29-33-34-35-36-38 mostrano valori di amplificazione ricadenti nell'intervallo 1,3 – 1,4, considerando nell'abaco di riferimento valori medi di frequenza $f_0 = 1.5$ e e velocità delle onde $V_{sH} = 300$ m/s e 500 m/s e nel caso di applicazione del 75%, anche nel caso di $V_{sH} = 300$ o 500 m/s

La zona Mops 18 presenta valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,5-1,6 considerando nell'abaco di riferimento valori medi di frequenza $f > 8$ Hz e velocità delle Onde V_{sH} pari a 500 m/s.

La zona Mops 20(Ciliegi) presenta valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,7-1,8 considerando nell'abaco di riferimento valori medi di frequenza $f = 2,5$ Hz e velocità delle Onde V_{sH} pari a 300 m/s.

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

	FA = 1,1 - 1,2
	FA = 1,3 - 1,4
	FA = 1,5 - 1,6
	FA = 1,7 - 1,8
	FA = 1,9 - 2,0
	FA = 2,1 - 2,2

Legenda delle carte di Microzonazione Sismica per FHa 0,1-0,5s

- Per l'Intervallo 05-1s, nel caso di $A_g < 0.15g$ e profondità del substrato < 30 m, le zone Mops 1-2-3-4-5-14-37 mostrano valori di amplificazione ricadenti nell'intervallo 1,1 – 1,2, considerando nell'abaco di riferimento velocità delle onde VsH = 500 m/s con valori medi di frequenza $f_0 = 1,5$ Hz, 5,5 Hz, 6,5 Hz e $f_0 > 8$ Hz, e velocità delle onde VsH = 300 m/s con valori medi di frequenza $f_0 = 5,5$ Hz, 6,5 Hz e $f_0 > 8$ Hz.

La zona Mops 9(Donnini) presenta valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,3-1,4 considerando nell'abaco di riferimento velocità delle onde VsH = 300 m/s con valori medi di frequenza $f_0 = 4,5$ Hz.

Le zone Mops 6-7-8-10-11-12-13-30-31-32 presentano valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,5-1,6 considerando nell'abaco di riferimento valori medi di frequenza $f_0 = 3,5$ Hz e velocità delle Onde VsH pari a 300 m/s e nel caso di applicazione del 75°%.

La zona Mops 9(Pietrapiana) presenta valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,9-2,0 considerando nell'abaco di riferimento velocità delle onde VsH = 300 m/s con valori medi di frequenza $f_0 = 2,5$ Hz.







- Per l'Intervallo 05-1s, nel caso di $A_g < 0.15g$ e profondità del substrato > 30 m, le zone Mops 15-19 mostrano valori di amplificazione ricadenti nell'intervallo 1,3 – 1,4, considerando nell'abaco di riferimento valori medi di frequenza $f_0 < 1$ Hz e velocità delle onde VsH = 300 m/s.

Le zone Mops 18-33-35 mostrano valori di amplificazione ricadenti nell'intervallo 1,5 – 1,6, considerando nell'abaco di riferimento velocità delle onde VsH = e 500 m/s e valori medi di frequenza $f_0 > 8$ Hz e nel caso di applicazione del 75°%.

Le zone Mops 16-17-20(San Clemente)-21-22-23-24-25-26-27-28-29-34-36 presentano valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,7-1,8 considerando nell'abaco di riferimento l'applicazione del 75°%, anche con velocità delle Onde VsH pari a 300 m/s, e nel caso di velocità delle Onde VsH pari a 300 m/s con valori medi di frequenza $f_0 = 1,5$ Hz.

Le zone Mops 19-20(Ciliegi)-38 presentano valori di amplificazione compresi nell'intervallo 1,9-2,0 considerando nell'abaco di riferimento velocità delle onde $V_{sH} = 300$ m/s con valori medi di frequenza $f_0 = 1,5$ Hz e 2,5 Hz.

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

	FA = 1,1 -1,2
	FA = 1,3 -1,4
	FA = 1,5 -1,6
	FA = 1,7 -1,8
	FA = 1,9 - 2,0
	FA = 2,1 - 2,2

Legenda delle carte di Microzonazione Sismica per FHa 0,5-1s

Inoltre sono state valutate le **Zone di attenzione per instabilità** e in particolare le zone interessate dalla presenza di **instabilità di versante**, comprendenti le aree interessate da frane attive o quiescenti e le zone interessate da **cedimenti differenziali**, cioè quelle aree di contatto tra litotipi con caratteristiche molto diverse. Si tratta di un buffer di 40 metri posto al contatto tra i depositi detritico-alluvionali ed il substrato roccioso.

Sulla scorta delle verifiche alla **liquefazione** eseguite si ritiene ipotizzabile la non presenza di zone instabili per la possibilità di fenomeni di liquefazione.

Inoltre sono state riportate in carta le **zone di attenzione per la sovrapposizione di zone suscettibili di instabilità differenti**.

ZONE DI INSTABILITA'	
Zone di instabilità di versante	
Zona di attenzione per Faglie Attive e Capaci	
Zona di attenzione per sovrapposizione di Instabilità Differenti	
Zona di attenzione per Cedimenti Differenziali	
Zona di attenzione per Liquefazione	

Fh instabile

Si riportano di seguito le Microzone Sismiche individuate nello studio di Secondo Livello e la loro descrizione. (come presentate negli elaborati Tavole G.13, G.14, G.15, G.16, G.17, G.18, G.19, G.20 e G.21, in scala 1:5.000).

Si precisa che le zone Z2 (2002), Z4 (2004), Z5 (2005), Z9 (2009), Z14 (2014), Z17 (2017), Z19 (2019) e Z20 (2020) presentano valori del fattore di amplificazione diversi per areali di studio diversi, in funzione dei valori di V_s (m/s) e di F_0 (Hz) specificatamente ricavati dalle indagini puntuali e lineari eseguite nei diversi areali di studio e di indagine.

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

ID	Fattore di Amplificazione e Descrizione Zona
Z1 (2001)	Substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; basso contrasto d'impedenza (c.i.). Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m. Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g FH 0,1-0,5 1,3 FH 0,5-1,0 1,2 FPGA 1,3
Z2 (2002)	Substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 15,0 m; alto c.i.. Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g FH 0,1-0,5 1,5 (San Clemente, Pietrapiana) 1,3 (Tosi) FH 0,5-1,0 1,1 FPGA 1,5 (San Clemente, Pietrapiana) 1,3 (Tosi)
Z3 (2003)	Substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i.. Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g FH 0,1-0,5 1,5 FH 0,5-1,0 1,1 FPGA 1,5
Z4 (2004)	Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m. Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g FH 0,1-0,5 1,8 (Reggello, Sant'Ellero, Donnini, Ciliegi) 1,5 (Pietrapiana, San Donato in Fronzano e Vallombrosa) FH 0,5-1,0 1,2 (Reggello, Sant'Ellero, Donnini, Ciliegi)

- 1,1 (Pietrapiana, San Donato in Fronzano e Vallombrosa)
 FPGA 1,8 (Reggello, Sant'Ellero, Donnini, Ciliegi)
 1,5 (Pietrapiana, San Donato in Fronzano e Vallombrosa)
- Z5 (2005)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i..
Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,8 (San Clemente)
 1,4 (Tosi, San Donato in Fronzano)
 1,3 (Sant'Ellero, Saltino)
 FH 0,5-1,0 1,2 (San Clemente)
 1,1 (Tosi)
 FPGA 1,8 (San Clemente)
 1,4 (Tosi, San Donato in Fronzano)
 1,3 (Sant'Ellero, Saltino)
- Z6 (2006)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i..
Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 2,1
 FH 0,5-1,0 1,6
 FPGA 2,1
- Z7 (2007)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i..
Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,8
 FH 0,5-1,0 1,6
 FPGA 1,8
- Z8 (2008)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i..
Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,8
 FH 0,5-1,0 1,6
 FPGA 1,8
- Z9 (2009)** Copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 30,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 2,0 (Pietrapiana)
 1,8 (Donnini)
 FH 0,5-1,0 1,3 (Pietrapiana)
 1,9 (Donnini)
 FPGA 2,0 (Pietrapiana)
 1,9 (Donnini)
- Z10 (2010)** Copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i..
Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,8
 FH 0,5-1,0 1,6
 FPGA 1,8
- Z11 (2011)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; i > 15°, alto c.i..
Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,8

- FH 0,5-1,0 1,6
FPGA 1,8
- Z12 (2012)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) e di litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 30,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i..
Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g
FH 0,1-0,5 1,8
FH 0,5-1,0 1,6
FPGA 1,8
- Z13 (2013)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 30,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i..
Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g
FH 0,1-0,5 1,8
FH 0,5-1,0 1,6
FPGA 1,8
- Z14 (2014)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) e di litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore complessivo compreso tra 5,0 e 30,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione /zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g
FH 0,1-0,5 1,8 (Ciliegi)
1,4 (San Clemente)
FH 0,5-1,0 1,2 (Ciliegi)
1,1 (San Clemente)
FPGA 1,8 (Ciliegi)
1,4 (San Clemente)
- Z15 (2015)** Copertura “pleistocenica” costituita dall'alternanza di litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con, talora, orizzonte basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
FH 0,1-0,5 1,1
FH 0,5-1,0 1,4
FPGA 1,4
- Z16 (2016)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
FH 0,1-0,5 1,4
FH 0,5-1,0 1,8
FPGA 1,8
- Z17 (2017)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
FH 0,1-0,5 1,4 (Reggello)
1,7 (Cancelli)
FH 0,5-1,0 1,8 (Reggello)
1,9 (Cancelli)
FPGA 1,8 (Reggello)
1,9 (Cancelli)
- Z18 (2018)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” su

- litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m; basso c.i..
- Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g**
- | | |
|------------|-----|
| FH 0,1-0,5 | 1,6 |
| FH 0,5-1,0 | 1,6 |
| FPGA | 1,6 |
- Z19 (2019)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con, talora, orizzonte basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i. (alto c.i. a profondità > 50,0 m da p.c.). Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
- Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g**
- | | |
|------------|---|
| FH 0,1-0,5 | 1,1 (Vaggio, Ciliegi, Matassino, Le Fornaci, Montanino) |
| | 1,4 (Leccio) |
| FH 0,5-1,0 | 1,4 (Vaggio, Ciliegi, Matassino, Le Fornaci, Montanino) |
| | 2,0 (Leccio) |
| FPGA | 1,4 (Vaggio, Ciliegi, Matassino, Le Fornaci, Montanino) |
| | 2,0 (Leccio) |
- Z20 (2020)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore compreso tra 30,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
- Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g**
- | | |
|------------|--------------------|
| FH 0,1-0,5 | 1,7 (Ciliegi) |
| | 1,4 (San Clemente) |
| FH 0,5-1,0 | 1,9 (Ciliegi) |
| | 1,1 (San Clemente) |
| FPGA | 1,9 (Ciliegi) |
| | 1,4 (San Clemente) |
- Z21 (2021)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore compreso tra 30,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
- Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g**
- | | |
|------------|-----|
| FH 0,1-0,5 | 1,4 |
| FH 0,5-1,0 | 1,8 |
| FPGA | 1,8 |
- Z22 (2022)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con, talora, orizzonte basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i..
- Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g**
- | | |
|------------|-----|
| FH 0,1-0,5 | 1,4 |
| FH 0,5-1,0 | 1,8 |
| FPGA | 1,8 |
- Z23 (2023)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m, con, talora, orizzonte basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
- Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g**
- | | |
|------------|-----|
| FH 0,1-0,5 | 1,4 |
| FH 0,5-1,0 | 1,8 |
| FPGA | 1,8 |

- Z24 (2024)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,4
 FH 0,5-1,0 1,8
 FPGA 1,8
- Z25 (2025)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m, con, talora, livello basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,4
 FH 0,5-1,0 1,8
 FPGA 1,8
- Z26 (2026)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m, con, talora, livello basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,4
 FH 0,5-1,0 1,8
 FPGA 1,8
- Z27 (2027)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) e sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura argilloso limosa (CL) e limoso argillosa (ML) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m, con, talora, livello basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,4
 FH 0,5-1,0 1,8
 FPGA 1,8
- Z28 (2028)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,4
 FH 0,5-1,0 2,0
 FPGA 2,0
- Z29 (2029)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,4
 FH 0,5-1,0 1,8

- Z30 (2030)** FPGA 1,8
Substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), coltre di alterazione/zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
FH 0,1-0,5 1,8
FH 0,5-1,0 1,6
FPGA 1,8
- Z31 (2031)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), coltre di alterazione /zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
FH 0,1-0,5 1,8
FH 0,5-1,0 1,6
FPGA 1,8
- Z32 (2032)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, su substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), coltre di alterazione /zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
FH 0,1-0,5 1,8
FH 0,5-1,0 1,6
FPGA 1,8
- Z33 (2033)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; basso c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
FH 0,1-0,5 1,4
FH 0,5-1,0 1,5
FPGA 1,5
- Z34 (2034)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
FH 0,1-0,5 1,4
FH 0,5-1,0 1,8
FPGA 1,8
- Z35 (2035)** Copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
FH 0,1-0,5 1,4
FH 0,5-1,0 1,5
FPGA 1,5
- Z36 (2036)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
FH 0,1-0,5 1,4
FH 0,5-1,0 1,8

- FPGA 1,8
- Z37 (2037)** Copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 30,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione /zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i.. Talora presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.
Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,3
 FH 0,5-1,0 1,1
 FPGA 1,3
- Z38 (2038)** Copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 30,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione /zona fratturazione < 10,0 m; basso c.i..
Profondità substrato > 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,4
 FH 0,5-1,0 2,0
 FPGA 2,0
- Z39 (2039)** Copertura recente di natura ghiaioso sabbiosa (GM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione /zona fratturazione < 10,0 m; alto c.i..
Profondità substrato < 30,0 m; Ag < 0,15g
 FH 0,1-0,5 1,8
 FH 0,5-1,0 1,6
 FPGA 1,6

Zone di attenzione per le instabilità'

ID	Descrizione Zona
ZAFR1....n	Instabilità di versante per frana (con indicato il numero della zona stabile suscettibile di amplificazione locale a cui il corpo franoso è sovrastante).
ZACD	Cedimenti differenziali / crollo di cavità sotterranee / sinkhole.
ZALQ	Liquefazioni
ZAID	Sovrapposizione di instabilità differenti.

Di seguito, al fine di una migliore valutazione delle procedure che hanno portato alla specifica assegnazione dei valori del fattore di amplificazione precedentemente definiti, per ciascuna area di indagine vengono presentate delle specifiche tabelle in cui vengono indicate le condizioni al contorno (valore di Ag di riferimento – $Ag > 0 < 0,15$ e profondità del substrato - $> 0 < 30,0$ m dal p.c.) e le Zone riconosciute; e, per ciascuna zona individuata, vengono presentati i risultati di tutte le misure HVSR (valore di F0) e delle indagini lineari (valore di Vs) eseguiti, nonché i valori dei fattori di amplificazione nei due periodi 0,1-0,5s e 0,5-1,0s.

Si precisa che per le Zone prive di specifiche indagini sismiche di tipo HVSR o lineari i fattori di amplificazione sono stati ricavati in funzione dei risultati delle indagini sismiche eseguiti in aree limitrofe aventi successione stratigrafica simile e/o interpretate sulla scorta dei risultati delle indagini sismiche eseguite in contesti geologici analoghi ma in aree a diverso Ag di riferimento.

REGGELLO Capoluogo							
Abaco Ag < 0.15 g							
Zona MOPS	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità substrato	Vs m/s	F0 (Hz)	Fa 0.1-05	Fa 0.5 – 1.0
2001	P168	L19, L21, L23	< 30 m	300	>8	1.3	1.2

							(topografia)
2004	Non sono presenti Indagini Puntuali e Lineari		< 30 m	300	5.5	1.8	1.2
2007	Non sono presenti Indagini Puntuali e Lineari		< 30 m	75° percentile		1.8	1.6
2009	P165, P166, P167	L18, L20, L22, L27	< 30 m	300	2.5	1.8	1.9
2013	P176	Non sono presenti Indagini Lineari	< 30 m	75° percentile		1.8	1.6
2017	Non sono presenti Indagini Puntuali e Lineari		> 30 m	75° percentile		1.4	1.8
2018	P170, P171, P173, P174, P175	L25, L26	> 30 m	500	>8	1.6	1.6
2024	Non sono presenti Indagini Puntuali e Lineari		> 30 m	75° percentile		1.4	1.8
2028	Non sono presenti Indagini Puntuali e Lineari		> 30 m	75° percentile		1.4	1.8
2037	P163, P164, P169, P174	L24	< 30 m	500	>8	1.3	1.1
2038	P165	Non sono presenti Indagini Lineari	> 30 m	300	1.5	1.4	1.8

TOSI							
Abaco Ag < 0.15 g							
Zona MOPS	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità substrato	Vs m/s	F0 (Hz)	Fa 0.1-05	Fa 0.5 – 1.0
2002	P221, P222, P223, P224, P225, P226, P227, P228	L31, L32, L33, L34	< 30 m	500	>8	1.3	1.1
2005	Non sono presenti Indagini Puntuali e Lineari		< 30 m	500	6.5	1.4	1.1

DONNINI							
Abaco Ag < 0.15 g							
Zona MOPS	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità substrato	Vs m/s	F0 (Hz)	Fa 0.1-05	Fa 0.5 – 1.0
2001	P235	L30	< 30 m	500	>8	1.3	1.2 (topografia)
2003	P238	Non sono presenti Indagini Lineari	< 30 m	300	>8	1.5	1.1
2004	Non sono presenti indagini Puntuali	L29	< 30 m	300	5.5	1.8	1.2
2006	P236, P237	Non sono presenti Indagini Lineari	< 30m	300	3.5	2.1	1.6
2007	Non sono presenti Indagini Puntuali e Lineari		< 30 m	75° percentile		1.8	1.6
2008	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30 m	75° Percentile		1.8	1.6
2009	P234	L30	< 30 m	300	4.5	2.0	1.3
2013	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30 m	75° Percentile		1.8	1.6

SAN CLEMENTE							
Abaco Ag < 0.15 g							
Zona MOPS	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità substrato	Vs m/s	F0 (Hz)	Fa 0.1-05	Fa 0.5 – 1.0
2002	P231, P232, P261	L28	< 30 m	300	>8	1.5	1.1
2005	P229, P230, P232	L28	< 30 m	300	6.5	1.8	1.2
2008	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30 m	75° Percentile		1.8	1.6
2010	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30 m	75° Percentile		1.8	1.6
2011	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30 m	75° Percentile		1.8	1.6
2012	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30 m	75° Percentile		1.8	1.6
2014	P262, P263	L35	< 30m	500	6.5	1.4	1.1
2020	P232, P233	Non sono presenti indagini Lineari	> 30m	500	1.5	1.3	1.7

LECCIO							
Abaco Ag < 0.15 g							
Zona MOPS	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità substrato	Vs m/s	F0 (Hz)	Fa 0.1-05	Fa 0.5 – 1.0
2015	Non sono presenti indagini Puntuali	L16	> 30 m	300	75°%	1.1	1.4
2019	P151, P152, P153, P154, P155, P156, P157, P158, P159, P160, P161, P162	L10, L12, L13, L14, L15, L16, L17	> 30 m	300	1.5	1.4	2.0
2023	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30 m	75° Percentile		1.4	1.8
2025	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30 m	75° Percentile		1.4	1.8
2026	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30 m	75° Percentile		1.4	1.8
2027	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30 m	75° Percentile		1.4	1.8

CILIEGI							
Abaco Ag < 0.15 g							
Zona MOPS	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità substrato	Vs m/s	F0 (Hz)	Fa 0.1-05	Fa 0.5 – 1.0
2001	P235	L30	< 30 m	300	>8	1.3	1.2 (topografia)
2004	P245, P246	Non sono presenti indagini Lineari	< 30 m	300	5.5	1.8	1.2
2007	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30 m	75° Percentile		1.8	1.6
2014	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30 m	500	5.5	1.8	1.2
2015	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30 m	300	<1	1.1	1.4
2019	P46, P242	L37, L38	> 30 m	300	<1	1.1	1.4
2020	P241, P243, P244	L9, L36	> 30 m	300	2.5	1.7	1.9
2021	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30 m	300	75°%	1.4	1.8

	Lineari					
2022	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari	> 30 m	300	75°%	1.4	1.8

VAGGIO							
Abaco Ag < 0.15 g							
Zona MOPS	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità substrato	Vs m/s	F0 (Hz)	Fa 0.1-05	Fa 0.5 – 1.0
2015	P146, P149	L42	> 30m	300	<1	1.1	1.4
2016	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30m	300	75°%	1.4	1.8
2019	P147, P150	L42	> 30m	300	<1	1.1	1.4
2022	P144, P148	Non sono presenti indagini Lineari	> 30m	300	75°%	1.4	1.8
2029	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30m	75° Percentile		1.4	1.8
2033	P143	L5 L41	> 30m	500	75°%	1.4	1.5
2034	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30m	75° Percentile		1.4	1.8
2035	P145	L5	> 30m	500	75°%	1.4	1.5
2036	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30m	75° Percentile		1.4	1.8

MATASSINO							
Abaco Ag < 0.15 g							
Zona MOPS	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità substrato	Vs m/s	F0 (Hz)	Fa 0.1-05	Fa 0.5 – 1.0
2015	P254	L7 L39	> 30m	300	<1	1.1	1.4
2016	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30m	300	75°%	1.4	1.8
2019	P248, P249, P250, P251, P252, P253, P255, P256, P257, P258, P264, P265, P266	L4, L6, L8, L40	> 30m	300	<1	1.1	1.4
2022	P247	Non sono presenti indagini Lineari	> 30m	300	75°%	1.4	1.8

CANCELLI							
Abaco Ag < 0.15 g							
Zona MOPS	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità substrato	Vs m/s	F0 (Hz)	Fa 0.1-05	Fa 0.5 – 1.0
2017	P67	Non sono presenti indagini Lineari	> 30m	300	2.5	1.7	1.9
2018	P66, P68	L45	> 30m	500	>8	1.6	1.6
2024	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30m	75° Percentile		1.4	1.8
2028	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30m	300	1.5	1.4	2.0

PIETRAPIANA							
Abaco Ag < 0.15 g							
Zona MOPS	Indagini Puntuali	Indagini Lineari	Profondità substrato	Vs m/s	F0 (Hz)	Fa 0.1-05	Fa 0.5 – 1.0

2001	P81	L2	< 30 m	300	>8	01.03.00	1.2 (topografia)
2002	P84	Non sono presenti indagini Lineari	< 30m	300	>8	1.5	1.1
2004	P82	Non sono presenti indagini Lineari	< 30m	300	>8	1.5	1.1
2007	Non sono presenti Indagini Puntuali e Lineari		< 30 m	75° percentile		1.8	1.6
2009	P83	L1	< 30 m	300	4.5	2.0	1.3

SAN DONATO IN FRONZANO

Abaco Ag < 0.15 g

<i>Zona MOPS</i>	<i>Indagini Puntuali</i>	<i>Indagini Lineari</i>	<i>Profondità substrato</i>	<i>Vs m/s</i>	<i>F0 (Hz)</i>	<i>Fa 0.1-05</i>	<i>Fa 0.5 – 1.0</i>
2001	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30m	300	>8	1.3	1.2 (topografia)
2002	P78	L3	< 30m	300	>8	1.5	1.1
2004	P79	Non sono presenti indagini Lineari	< 30m	300	>8	1.5	1.1
2005	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30m	500	6.5	1.4	1.1
2007	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30m	75° Percentile		1.8	1.6
2030	P80	Non sono presenti indagini Lineari	< 30m	75° Percentile		1.8	1.6
2031	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30m	75° Percentile		1.8	1.6
2032	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30m	75° Percentile		1.8	1.6
2039	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30m	75° Percentile		1.8	1.6

MONTANINO

Abaco Ag < 0.15 g

<i>Zona MOPS</i>	<i>Indagini Puntuali</i>	<i>Indagini Lineari</i>	<i>Profondità substrato</i>	<i>Vs m/s</i>	<i>F0 (Hz)</i>	<i>Fa 0.1-05</i>	<i>Fa 0.5 – 1.0</i>
2015	P69	Non sono presenti indagini Lineari	> 30m	300	<1	1.1	1.4
2016	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30m	300	75%	1.4	1.8
2019	P70, P71	Non sono presenti indagini Lineari	> 30m	300	<1	1.1	1.4

SANT'ELLERO

Abaco Ag < 0.15 g

<i>Zona MOPS</i>	<i>Indagini Puntuali</i>	<i>Indagini Lineari</i>	<i>Profondità substrato</i>	<i>Vs m/s</i>	<i>F0 (Hz)</i>	<i>Fa 0.1-05</i>	<i>Fa 0.5 – 1.0</i>
2001	P86	Non sono presenti indagini Lineari	< 30m	300	>8	1.3	1.2 (topografia)
2004	P87	Non sono presenti indagini Lineari	< 30m	300	5.5	1.8	1.2

2005	P88	Non sono presenti indagini Lineari	< 30m	500	>8	1.3	1.1
2007	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30m	75° Percentile		1.8	1.6

PRULLI Abaco Ag < 0.15 g							
<i>Zona MOPS</i>	<i>Indagini Puntuali</i>	<i>Indagini Lineari</i>	<i>Profondità substrato</i>	<i>Vs m/s</i>	<i>F0 (Hz)</i>	<i>Fa 0.1-05</i>	<i>Fa 0.5 – 1.0</i>
2015	P59	Non sono presenti indagini Lineari	> 30m	300	<1	1.1	1.4
2019	P46, P47, P60, P61	L43	> 30m	300	<1	1.1	1.4
2022	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30m	300	75°%	1.4	1.8

LE FORNACI Abaco Ag < 0.15 g							
<i>Zona MOPS</i>	<i>Indagini Puntuali</i>	<i>Indagini Lineari</i>	<i>Profondità substrato</i>	<i>Vs m/s</i>	<i>F0 (Hz)</i>	<i>Fa 0.1-05</i>	<i>Fa 0.5 – 1.0</i>
2015	P63	Non sono presenti indagini Lineari	> 30m	300	<1	1.1	1.4
2019	P62, P64, P65	L44	> 30m	300	<1	1.1	1.4
2022	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		> 30m	300	75°%	1.4	1.8

SALTINO Abaco Ag < 0.15 g							
<i>Zona MOPS</i>	<i>Indagini Puntuali</i>	<i>Indagini Lineari</i>	<i>Profondità substrato</i>	<i>Vs m/s</i>	<i>F0 (Hz)</i>	<i>Fa 0.1-05</i>	<i>Fa 0.5 – 1.0</i>
2001	P73, P74	Non sono presenti indagini Lineari	< 30m	300	>8	1.3	1.2 (topografia)
2005	P72	Non sono presenti indagini Lineari	< 30m	500	>8	1.3	1.1
2039	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30m	75° Percentile		1.8	1.6

VALLOMBROSA Abaco Ag < 0.15 g							
<i>Zona MOPS</i>	<i>Indagini Puntuali</i>	<i>Indagini Lineari</i>	<i>Profondità substrato</i>	<i>Vs m/s</i>	<i>F0 (Hz)</i>	<i>Fa 0.1-05</i>	<i>Fa 0.5 – 1.0</i>
2001	P76, P77	Non sono presenti indagini Lineari	< 30m	300	>8	1.3	1.2 (topografia)
2004	P75	Non sono presenti indagini Lineari	< 30m	300	>8	1.5	1.1
2007	Non sono presenti indagini Puntuali e Lineari		< 30m	75° Percentile		1.8	1.6

8.7 CONSIDERAZIONI RELATIVE AGLI APPROFONDIMENTI CONDOTTI SULLE VARIE PORZIONI di TERRITORIO INDAGATE

Si raccolgono nel presente capitolo considerazioni riassuntive in merito agli aspetti relativi alle indagini eseguite e alla definizione delle zone Mops e dei fattori di amplificazione attribuiti, per ciascuna area oggetto di approfondimento.

REGGELLO – Capoluogo e Cascia

(vedi tavv. G.05, G.06, G.07, G.08, G.14, G.17 e G.20, in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato del Capoluogo e le località di Cascia, Borgo a Cascia e Bigazzi è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alle formazioni dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) e dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO).

Questi poggiano, a profondità variabili in funzione degli spessori dei depositi fluvio-lacustri e dell'assetto strutturale dei vari settori, sulle formazioni dell'Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano), in particolare sulle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, e sulle Arenarie del M. Falterona - Membro di Camaldoli (FA2), costituito da arenarie con livelli pelitici subordinati.

Le formazioni litoidi caratterizzano i rilievi collinari e montuosi presenti attorno (in particolare verso i quadranti orientali) all'abitato di Reggello, con assetto giaciturale generalmente a franapoggio più o meno inclinato del pendio con immersione verso i quadranti occidentali e inclinazioni variabili tra 10° e 50° (principalmente tra 10° e 30°).

Le varie formazioni riconosciute sono soventemente sormontate da coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche /a3a) nel settori di raccordo tra i settori di terrazzo a morfologia semi-pianeggiante e i settori collinari e montuosi a maggior acclività. Su questi depositi si colloca ad esempio l'abitato di Poggio Giubbiani.

Nei settori pianeggianti e in corrispondenza dei corsi fluviali, in particolare in corrispondenza del corso del Torrente Resco, si ha la presenza di depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna) su cui ad esempio sorge l'abitato di San Giovenale.

Il quadro geomorfologico è contraddistinto in alcuni areali da fenomenologie gravitative con i relativi coronamenti il cui stato di attività è da attiva a quiescente. Tra quest'ultime si ricorda l'importante dissesto gravitativo che interessò nel Novembre del 1966 il settore montuoso ad est del centro storico di Reggello presso la località Le Lastre. Sono presenti, inoltre, areali con fenomeni di soliflusso generalizzato, di erosione superficiale e a franosità diffusa. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di scarpate di erosione sia attive che non e di orli rimodellati di scarpata o deboli rotture di pendio, orli di scarpate antropiche, terrazzamenti antropici, nonché, in corrispondenza dei corsi d'acqua di fenomeni di erosione lineare o incanalata. Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra 5% e 25% nei settori dove si collocano i settori urbanizzati, con settori, in corrispondenza delle porzioni orientali dell'areale di studio, con acclività maggiori, comprese tra 25% e 45% e talora > 45%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per il Capoluogo sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 14 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 5 strumentati con tubo piezometrico e n. 1 strumentato con canna inclinometrica, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 22 stratigrafie risultanti da terebrazioni di pozzi profondi;
- n. 21 prove penetrometriche di cui n. 7 prove penetrometriche statiche e n. 14 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 7 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh;
- n. 3 indagini di sismica tipo MASW;
- n. 4 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (HVSr)

In corrispondenza dell'abitato del Capoluogo sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 2 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh, n. 2 indagini di sismica tipo MASW e n. 10 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Reggello risulta costituito da terreni appartenenti ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alle formazioni dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) e dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO); i primi principalmente affioranti in corrispondenza della porzione occidentale dell'abitato di Reggello (i.e. presso il Campo Sportivo), e in corrispondenza degli abitati di Cascia, Borgo a Cascia e Bigazzi; i secondi in corrispondenza del nucleo storico del Capoluogo.

Questi poggiano sulle formazioni dell'Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano), in particolare sulle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, e, secondariamente sulle Arenarie del M. Falterona - Membro di Camaldoli (FA2), costituito da arenarie con livelli pelitici subordinati.

Il passaggio in profondità tra i depositi fluvio-lacustri di età Pleistocenica e il sottostante substrato litoide varia notevolmente da settore a settore, principalmente spostandosi da est verso ovest, in funzione degli spessori dei depositi fluvio-lacustri e dell'assetto strutturale che interessa l'areale in esame. Infatti spostandosi da est verso ovest gli spessori di suddetti depositi aumentano notevolmente anche per la presenza di lineamenti tettonici (faglie dirette con settore di tetto verso i quadranti occidentali) che ribassando i settori occidentali hanno favorito in tali aree la presenza di spessori sempre più importanti di depositi fluvio-lacustri. Ad esempio nel settore dove è collocato il nucleo storico di Reggello il substrato è sub-affiorante o presente a profondità minori di dieci metri, mentre nel settore di Cascia tale contatto si colloca tra 10,0 e 50,0 m dal p.c., per poi collocarsi a profondità molto maggiori di 50,0 m nei settori occidentali dell'areale di studio, come ad esempio presso Borgo a Cascia.

Suddette litologie sono sormontate da uno spessore di coperture detritiche, di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati circa compresi tra 2,0 e 10,0 m dal p.c..

Su uno di questi settori di copertura detritica si colloca l'abitato di Poggio Giubbiani.

In corrispondenza del corso del Torrente Resco, si ha la presenza di depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna) su cui ad esempio sorge l'abitato di San Giovenale.

Infine in alcuni areali vengono riconosciuti spessori metrici di depositi riferibili a coltri di frana o a spessori di entità variabile di terreni di riporto antropico.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMfd (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante - falda detritica) i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a) e ai depositi di versante (aa), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna). Inoltre vengono riportati i terreni contenenti resti di attività antropica (RI).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica SMtf (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT);
- all'unità geologico-tecnica GMtf (ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO).

I terreni di natura litoide appartenenti alla formazione delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Camaldoli (FAL2) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica LPS (Lapideo, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi, quiescenti e i movimenti non definiti attivi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Relativamente alle strutture tettoniche che interessano l'areale del Capoluogo, è stata individuata, sulla scorta dei dati geologici di supporto (dati CARG Regione Toscana), e cautelativamente considerata senza l'apposizione di codifica di zona di attenzione per faglie attive e capaci in quanto non censita nella banca dati Ispra-Ithaca, una faglia potenzialmente attiva e capace corrispondente alla struttura tettonica presente nella porzione orientale dell'area in esame e che interessa il nucleo storico dell'abitato di Reggello.

Questa rappresenta una faglia bordiera orientale del Bacino del Valdarno e con componente normale ribassa il settore occidentale, di tetto, definendo il margine occidentale dell'affioramento del substrato litoide contraddistinto dalle Arenarie del M. Falterona nei suoi vari membri.

Nel database Ithaca (Ispra) relativo al catalogo delle faglie si rinviene, inoltre, la presenza di una faglia a componente normale, censita con il Codice 62300 e denominata “Sistema del Valdarno”, che corre con andamento circa nord-ovest/sud-est parallelamente alla struttura precedentemente descritta, con probabile abbassamento, nel settore di tetto, del contatto tra depositi fluvio-lacustri e substrato pre-plio-pleistocenico. Data l'incertezza della sua posizione e della caratterizzazione di dettaglio del dato (il dettaglio è funzione della qualità delle indagini a supporto e della scala di riferimento del dato), così come anche confermato dal grado

preliminare di qualità dello studio che ha portato alla sua definizione (vd scheda faglia nel portale Ispra_Ithaca), e sulla scorta dei dati geognostici e di campagna a supporto che non enfatizzerebbero la presenza di suddetta faglia, a questa seconda struttura è stato attribuita una codifica di faglia potenzialmente attiva e capace, senza l'apposizione di codifica di zona di attenzione per faglie attive e capaci.

Per entrambe le suddette strutture, data l'incertezza del dato e della posizione si ritengono necessari approfondimenti in sede di specifici interventi nelle aree di interesse e/o in fase di studi di microzonazione sismica di livello superiore.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 14 misure HVSR di cui n. 12 classificate in A2 e n. 2 classificate in B2 si ricava una valutazione di qualità pari a 69,3 che la colloca in classe di accettabilità B.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

In corrispondenza dell'abitato del Capoluogo sono state eseguite n. 6 misure di sismica passiva con metodo HVSR (1_HVSR, 2_HVSR, 3_HVSR, 4_HVSR, 5_HVSR e 7_HVSR) nell'ambito dello studio in oggetto. La totalità delle registrazioni hanno presentato picchi non significativi (2_HVSR, 5_HVSR e 7_HVSR) o bassi contrasti di impedenza sismica (3_HVSR e 4_HVSR)

In corrispondenza della prova 4_HVSR sono stati eseguiti n. 5 stendimenti di sismica a rifrazione (92_SR, 105_SR, 106_SR, 109_SR e 110_SR). In particolare lo stendimento di sismica a rifrazione 105_SR ha mostrato la presenza di n. 4 sismostrati: un primo di spessore di 2,0 m con $V_s = 146$ m/s, un secondo dello spessore di 6,0 m con $V_s = 209$ m/s, un terzo dello spessore di 18,0 m con $V_s = 301$ m/s e un quarto e ultimo sismostrato con V_s comprese tra 424 e 435 m/s.

Presso Via Bigazzi sono state eseguite l'indagine Masw 58_MASW e lo stendimento di sismica a rifrazione 11_SR.

Lo stendimento di sismica a rifrazione (11_SR) ha mostrato la presenza di n. 3 sismostrati: un primo di spessore di circa un metro con V_s compresa tra 480 e 520 m/s, un secondo, che raggiunge la profondità di 10,0-20,0 m dal p.c. con V_s comprese tra 565 e 624 m/s e un terzo, con V_s comprese tra 809 e 1452 m/s.

L'indagine Masw associata (58_MASW) presenta un primo sismostrato dello spessore compreso di circa 2,0 m avente $V_s = 317$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 4,5 m con $V_s = 366$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 2,0 m con $V_s = 485$ m/s, un quarto sismostrato di spessore 7,0 m con $V_s = 504$ m/s, un quinto sismostrato di spessore 14,5 m con $V_s = 806$ m/s, e un sesto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 5,0 m con $V_s = 971$ m/s. Da cui è stato possibile ricavare un valore di $V_{s30} = 549$ m/s (categoria di sottosuolo C).

Presso il Campo Sportivo Comunale sono state eseguite l'indagine Masw 59_MASW e lo stendimento di sismica a rifrazione 12_SR.

Lo stendimento di sismica a rifrazione (12_SR) ha mostrato la presenza di n. 3 sismostrati: un primo di spessore di circa tre metri con V_s compresa tra 290 e 302 m/s, un secondo, con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m con V_s comprese tra 670 e 698 m/s e un terzo, con V_s comprese tra 863 e 906 m/s.

L'indagine Masw associata (59_MASW) presenta un primo sismostrato dello spessore compreso di circa 3,0 m avente $V_s = 398$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 3,5 m con $V_s = 544$ m/s, un terzo

sismostrato di spessore 3,5 m con $V_s = 572$ m/s, un quarto sismostrato di spessore 17,0 m con $V_s = 888$ m/s, e un quinto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 8,0 m con $V_s = 1119$ m/s. Da cui è stato possibile ricavare un valore di $V_{s30} = 709$ m/s (categoria di sottosuolo B).

Tutte le suddette indagini ben mostrano il passaggio tra i depositi di copertura recenti e pleistocenici ed il sottostante substrato litoide a litologia prevalentemente arenacea.

Anche le registrazioni 6_HVSR e 10_HVSR eseguite rispettivamente presso il settore apicale della loc. Caprenna, a sud del Capoluogo, e presso l'abitato di Tallini, non hanno manifestato la presenza di picchi significativi.

Nel settore basale della loc. Caprenna è stata eseguita una prova di sismica a rifrazione (121_SR) che ha mostrato la presenza di n. 2 sismostrati: un primo di spessore variabile tra 3,0 e 10,0 m con V_s compresa tra 534 e 604 m/s e un secondo con V_s comprese tra 914 e 1275 m/s.

Le registrazioni 102_HVSR, 103_HVSR, 104_HVSR e 134_HVSR eseguite presso l'abitato di Cascia, hanno evidenziato, sebbene con registrazioni non validate dal Servizio Sismico della Regione Toscana, contrasti di impedenza a profondità comprese tra 5,0 e 10,0 m dal p.c. con ampiezze (A_0) rispettivamente di 2,2, 4,15, 4,0 e 2,0.

Presso l'abitato di Cascia sono state eseguite le indagini Masw 103_MASW, 123_MASW, 127_MASW.

L'indagine 103_MASW presenta un primo sismostrato dello spessore compreso di 2,0 m avente $V_s = 180$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 1,0 m con $V_s = 330$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 3,0 m con $V_s = 380$ m/s, un quarto sismostrato di spessore 3,0 m con $V_s = 470$ m/s, un quinto sismostrato di spessore 5,0 m con $V_s = 595$ m/s, e un sesto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 16,0 m con $V_s = 650$ m/s.

L'indagine 123_MASW presenta un primo sismostrato dello spessore compreso di 2,0 m avente $V_s = 380$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 3,0 m con $V_s = 400$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 3,0 m con $V_s = 480$ m/s, un quarto sismostrato di spessore 5,0 m con $V_s = 600$ m/s, un quinto sismostrato di spessore 14,0 m con $V_s = 570$ m/s, e un sesto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 13,0 m con $V_s = 610$ m/s.

L'indagine 127_MASW presenta un primo sismostrato dello spessore compreso di 2,0 m avente $V_s = 380$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 3,0 m con $V_s = 400$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 3,0 m con $V_s = 480$ m/s, un quarto sismostrato di spessore 5,0 m con $V_s = 600$ m/s, un quinto sismostrato di spessore 14,0 m con $V_s = 570$ m/s, e un sesto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 13,0 m con $V_s = 610$ m/s.

L'indagine 133_MASW presenta un primo sismostrato dello spessore compreso di 1,0 m avente $V_s = 150$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 2,0 m con $V_s = 200$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 4,0 m con $V_s = 450$ m/s, un quarto sismostrato di spessore 5,0 m con $V_s = 590$ m/s, un quinto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 18,0 m con $V_s = 650$ m/s. Da cui è stato possibile ricavare un valore di $V_{s30} = 498$ m/s (categoria di sottosuolo B).

La prova 9_HVSR, eseguita a sud-est della loc. Piano, non ha manifestato la presenza di picchi significativi.

Infine la prova eseguita in loc. Bigazzi (8_HVSR) ha mostrato un contrasto di impedenza molto superficiale (profondità minore di 5,0 m) con $A_0 = 3,62$.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 1 (2001)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M.

Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli (FAL2). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalla prova 6_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 (condizioni topografiche) per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,3.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona rappresenta la maggior parte dei rilievi che costituiscono i settori orientali dell'areale presso il Capoluogo di Reggello e nei settori a minor acclività presso la località Caselli e lungo la S.P. n. 68 per Donnini – Tosi.

- **zona 4 (2004)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m.

La zona viene individuata in un ampio settore su cui sorge la località Caprenna e presso la località Il Ponte

- **zona 7 (2007)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona viene individuata lungo il versante presente tra gli abitati di Caprenna e Tallini – Fattoria di Mandri.

- **zona 9 (zona 2009)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 30,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS); basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della

formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli (FAL2). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m. Talora si ha la presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalle prove 3_HVSR e 4_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,9 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,9.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza la maggior parte dei terreni a ovest di Cascia su cui sorgono tra gli altri gli abitati delle località Bigazzi e Borgo a Cascia. Inoltre si riconosce in alcuni settori a nord della località Fognano, lungo il Borro Socini e in ampie zone tra le località Caprenna, Borroncino, Tallini e San Giovenale.

- **zona 13 (zona 2013)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 50,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i..

Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalla prova 5_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza alcuni settori tra le località di Cascia e Tallini e ad est di Via Gramsci.

- **zona 17 (zona 2017)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m, con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza alcuni areali tra le località Fognano e Montecuccoli, presso il Borro Socini, il Borro di Mangino, a sud-ovest di Borgo a Cascia, lungo il Torrente Resco e in alcuni limitati settori presso le località di San Siro, Cipressi, Il Prato della Signora e La Pozza.

- **zona 18 (zona 2018)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m, con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalle prove 9_HVSR, 102_HVSR, 103_HVSR e 104_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,6.

La zona caratterizza la maggior parte dei terreni a ovest di Cascia su cui sorgono tra gli altri gli abitati delle località Bigazzi e Borgo a Cascia.

- **zona 24 (zona 2024)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m; basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza alcuni areali tra le località Bronzone e San Giovenale.

- **zona 28 (zona 2028)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m; basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona caratterizza alcuni areali tra le località Fornacina e Montecuccoli.

- **zona 37 (zona 2037)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale

(tf), di spessore compreso tra 10,0 e 30,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m. Talora si ha la presenza di terreni antropici di riporto (Ri) di spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalle prove 1_HVSR, 2_HVSR e 7_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,3.

La zona caratterizza la maggior parte dei terreni dove sono ubicati gli abitati di Reggello (a ovest di Piazza Matteotti) e di Cascia.

- **zona 38 (zona 2038)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 30,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalla prova 10_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 2,0 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 2,0.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza alcuni settori della fascia pedemontana su cui sorge l'abitato di Reggello, presso la località Fornacina e la località Bellavista.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1...n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto – FAL3 e Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli – FAL2) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale (“buffer”) di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

In aggiunta, come desumibile dalle verifiche, riportate nel seguente paragrafo 7.6, effettuate sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche (prove penetrometriche Cpt) realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di Reggello capoluogo non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

Infine sono state evidenziate le aree dove si ha la **sovrapposizione di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAIID)**.

TOSI

(vedi tavv. G.01, G.02, G.03, G.04, G.13, G.16 e G.19 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato di Tosi e di Pian di Melosa è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle formazioni del Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano).

In particolare l'Unità di Monte Cervarola - Falterona è rappresentata dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, e dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Camaldoli (FAL2), costituito da arenarie con livelli pelitici subordinati.

Le formazioni litoidi hanno un assetto giaciturale generalmente a franapoggio più o meno inclinato del pendio con immersione verso i quadranti settentrionali e occidentali e inclinazioni variabili tra 10° e 50° (principalmente tra 20° e 40°).

Le varie formazioni riconosciute sono soventemente sormontate da depositi di frana (F, Fq e Fs), coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche (a3a).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative con i relativi coronamenti il cui stato di attività è da attiva a quiescente. In particolare i depositi riferibili a dette tipologie si rinvengono lungo il versante che scende dalla porzione sud-occidentale dell'abitato di Tosi verso il Torrente Vicano di Sant'Ellero, ad est dell'abitato di Pian di Melosa e presso la località Taborra. Sono presenti, inoltre, areali con fenomeni di soliflusso generalizzato e di erosione superficiale. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di frane di scarpate di erosione sia attive che non e di orli rimodellati di scarpata o deboli rotture di pendio, nonché, in corrispondenza dei corsi d'acqua di fenomeni di erosione lineare o incanalata.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze superiori al 15%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per la frazione di Tosi (e Pian di Melosa) sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 12 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 3 strumentati con tubo piezometrico e n. 8 strumentati con canna inclinometrica, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 12 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh;
- n. 3 indagini di sismica in foro tipo down-hole;

- n. 1 indagine di sismica a riflessione;
- n. 3 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (HVSr).

In corrispondenza dell'abitato di Tosi sono inoltre stata effettuata ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 5 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Tosi risulta costituito da terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Cervarola – Falterona (Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto - FAL3 e Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli – FAL2).

In particolare il settore a quote altimetriche maggiori dell'abitato stesso presenta come substrato il Membro di Montalto (FAL3), mentre il settore prossimo al corso del Torrente Vicano di Sant'Ellero poggia sul Membro di Camaldoli (FAL2). Suddette litologie sono sormontate da uno spessore di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati generalmente inferiori ai 15,0 m dal p.c..

Infine in alcuni areali preso l'abitato di Taborra, di Pian di Melosa e nel settore sud-occidentale dell'abitato di Tosi vengono riconosciuti spessori metrici di depositi riferibili a coltri di frana.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa.

I terreni di natura litoide appartenenti alla formazione delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Camaldoli (FAL2) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica LPS (Lapideo, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi, quiescenti, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 8 misure HVSr di cui n. 5 classificate in classe A1, n. 2 classificate in A2 e n. 1 classificate in B1 si ricava una valutazione di qualità pari a 68,0 che la colloca in classe di accettabilità B.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

In corrispondenza dell'abitato di Tosi sono state appositamente eseguite n. 5 misure di sismica passiva con metodo HVSr (13_HVSr, 14_HVSr, 15_HVSr, 16_HVSr e 17_HVSr) nell'ambito dello studio in oggetto.

La totalità delle indagini eseguite, ad eccezione della prova 17_HVSR hanno mostrato fenomeni di impedenza sismica a profondità comprese tra 10,0 e 20,0 m dal p.c. e un alto contrasto di impedenza, da correlarsi con il passaggio tra i depositi superficiali eluvio-colluviali, detritici e/o di alterazione e fratturazione del substrato e il sottostante substrato inalterato. La sola prova 17_HVSR ha mostrato un basso contrasto di impedenza ($A_0 = 1,77$) a profondità di ca. 10,0 m dal p.c..

Altre misure eseguite nell'area in esame e ricavate dalla banca dati del Comune di Reggello hanno confermato i suddetti dati. Infatti le prove 70_HVSR, 71_HVSR e 72_HVSR presentano alti contrasti di impedenza alle medesime profondità ricavate dalle precedenti misure.

Nella porzione centrale dell'abitato di Tosi sono state eseguite n. 9 stendimenti sismici a rifrazione in onde P ed Sh (72_SR, 73_SR, 74_SR, 75_SR, 76_SR, 77_SR, 78_SR, 92_SR e 117_SR) e n. 1 stendimento di sismica a riflessione (79_SL). In particolare la prova 72_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 3,0 m avente $V_s = 70/170$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 23,0 m con $V_s = 527$ m/s, e un terzo sismostrato con $V_s = 1043$ m/s. Mentre la prova 73_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente $V_s = 200/214$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 6,0 m con $V_s = 309/317$ m/s, e un terzo sismostrato con $V_s = 761/842$ m/s.

Nel medesimo settore sono state eseguite anche n. 3 prove di sismica in foro tipo down-hole (6_SI_SDH, 7_SI_SDH e 8_SI_SDH). La prova 6_SI_SDH ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 8,0 m avente $V_s = 218/420$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 10,0 m con $V_s = 1040/1258$ m/s, e un terzo sismostrato dello spessore investigato di 11,0 con $V_s = 1484/1991$ m/s. La prova 7_SI_SDH ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 5,0 m avente $V_s = 101/280$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 3,0 m con $V_s = 552/755$ m/s, e un terzo sismostrato dello spessore investigato di 17,0 con $V_s = 1038/1840$ m/s. Infine la prova 8_SI_SDH ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 7,0 m avente $V_s = 285/512$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 10,0 m con $V_s = 460/1063$ m/s, e un terzo sismostrato dello spessore investigato di 7,0 con $V_s = 1565/2106$ m/s.

Presso la località Taborra sono state eseguite n. 2 stendimenti sismici a rifrazione in onde P ed Sh (93_SR e 94_SR). La prova 93_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 1,0 m avente $V_s = 470$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 7,0 m con $V_s = 669$ m/s, e un terzo sismostrato con $V_s = 1244/2098$ m/s. La prova 94_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 1,0 m avente $V_s = 248/296$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 7,0 m con $V_s = 588/624$ m/s, e un terzo sismostrato con $V_s = 1735$ m/s.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 2 (2002)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m.

Sulla scorta delle indagini di sismica passiva in possesso (13_HVSR, 14_HVSR, 15_HVSR, 16_HVSR, 70_HVSR, 71_HVSR e 72_HVSR) e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo al contatto tra coltre di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,3.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona rappresenta la maggior parte dei terreni su cui si collocano gli abitati di Tosi e di Pian di Melosa.

- **zona 5 (2005)**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno coperture di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), a prevalenza granulometrica sabbioso limosa, poste su un substrato lapideo stratificato (LPS). Le coperture presentano uno spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m.

Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli (FAL2). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore minore di 15,0 m.

Data la successione stratigrafica rilevata e sulla scorta degli studi sismici complessivi si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, presumibilmente al contatto tra coltri di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato terreni di copertura e substrato litoide.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

Interessa alcuni settori in corrispondenza del campo sportivo di Pian di Melosa, presso il Molino di Tosi e a sud-ovest della località I Macelli.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1...n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto – FAL3 e Arenarie del M. Falterona – Membro di Camaldoli – FAL2) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale (“buffer”) di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

Inoltre sono state evidenziate le aree dove si ha la **sovrapposizione di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAIID)**.

DONNINI

(vedi tavv. G.01, G.02, G.03, G.04, G.13, G.16 e G.19 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato di Donnini è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle formazioni del Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano) e dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno).

In particolare l'Unità di Monte Cervarola - Falterona è rappresentata dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, mentre l'Unità di Monte Morello è rappresentata dai calcari marnosi e marne argillitiche della Formazione di Monte Morello (MLL) e dalle argilliti marnose e marne argillitiche prevalente della Formazione di Sillano (SIL).

Le formazioni litoidi hanno un assetto giaciturale variabile a causa delle deformazioni tettoniche e delle giustapposizioni strutturali che interessano i litotipi.

Su queste, talora, si rinvencono terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alla formazione dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO).

Le varie formazioni riconosciute sono soventemente sormontate da depositi di frana (F, Fq), coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche (a3a), presenti in particolare le prime lungo i versanti settentrionali che dall'abitato di Donnini scendono verso il Torrente Vicano di Sant'Ellero, e le altre in varie porzioni del territorio, in particolare in corrispondenza dei versanti lungo il Borro di Celiana.

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative con i relativi coronamenti il cui stato di attività è da attiva a quiescente. In particolare i depositi riferibili a dette tipologie si rinvencono, come anticipato, lungo il versante che scende dalla porzione settentrionale dell'abitato di Donnini verso il Torrente Vicano di Sant'Ellero. Sono presenti, inoltre, areali con fenomeni di soliflusso generalizzato e/o localizzato e di erosione superficiale. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di scarpate di erosione sia attive che non e di orli rimodellati di scarpata o deboli rotture di pendio.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 10% e il 25%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per la frazione di Donnini sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 5 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 2 strumentati con tubo piezometrico, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 9 prove penetrometriche di cui n. 2 prove penetrometriche statiche e n. 7 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 3 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh.

In corrispondenza dell'abitato di Donnini sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 5 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Donnini risulta costituito da terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano) e dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno).

In particolare l'Unità di Monte Cervarola - Falterona è rappresentata dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, affiora nel settore occidentale dell'area in esame, presso la località Ripa di Sopra; l'Unità di Monte Morello è, invece, rappresentata dalla Formazione di Monte Morello (MLL) su cui sorge la porzione centro orientale dell'abitato di Donnini, e dalla Formazione di Sillano (SIL), che rappresenta il substrato geologico dell'estrema porzione orientale dell'abitato di Donnini.

Sudette litologie sono talora sormontate da uno spessore di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati generalmente inferiori ai 10,0 m dal p.c..

Nella porzione centrale dell'abitato di Donnini e presso la località Petroia, sul substrato litoide si hanno spessori da metrici a decimetrici di terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alla formazione dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO).

Le varie formazioni riconosciute sono sovente sormontate da depositi di frana (F, Fq), coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche (a3a), presenti in particolare le prime lungo i versanti settentrionali che dall'abitato di Donnini scendono verso il Torrente Vicano di Sant'Ellero, e le altre in varie porzioni del territorio, in particolare in corrispondenza dei versanti lungo il Borro di Celiana.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMfd (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante - falda detritica) i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a) e ai depositi di versante (aa), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMtf (ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO).

I terreni di natura litoide appartenenti alla formazione delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Montalto (FAL3) e della Formazione di Monte Morello (MLL) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica del substrato geologico LPS (Lapideo, stratificato), mentre i litotipi appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL) sono stati attribuiti alla unità geologico tecnica del substrato geologico ALS (Alternanza di litotipi, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi, quiescenti, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche, in particolare il fascio di faglie normali che interessano con andamento circa nord-ovest/sud-est il territorio su cui sorge Donnini, e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 5 misure HVSR classificate in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 64,5 che la colloca in classe di accettabilità B.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

In corrispondenza dell'abitato di Donnini sono state appositamente eseguite n. 5 misure di sismica passiva con metodo HVSR (18_HVSR, 19_HVSR, 20_HVSR, 21_HVSR e 22_HVSR) nell'ambito dello studio in oggetto.

La totalità delle indagini eseguite, ad eccezione della prova 22_HVSR hanno mostrato fenomeni di impedenza sismica a profondità maggiori di 20,0-25,0 m dal p.c. e un basso contrasto di impedenza. La sola prova 22_HVSR ha mostrato un alto contrasto di impedenza ($A_0 = 3,17$) a profondità di ca. 8,0-10,0 m dal p.c., da correlarsi con eventuali variazioni litologiche e/o differente grado di alterazione e/o fratturazione all'interno dei litotipi della Formazione di Sillano.

Nella porzione centrale dell'abitato di Donnini, tra le prove 19_HVSR e 20_HVSR sono state eseguite n. 3 stendimenti sismici a rifrazione in onde P (113_SR, 114_SR e 115_SR). Dette prove hanno mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 3,0 m avente $V_p = 270/410$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 2,0 m con $V_p = 1000/1270$ m/s, e un terzo sismostrato con $V_p = 1550/1800$ m/s.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 1 (2001)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora presente una coltre di alterazione/fratturazione con spessore inferiore a 3,0m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,3.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona interessa principalmente la porzione orientale dell'area di indagine.

- **zona 3 (2003)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Sillano (SIL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare della prova 22_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,5.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m.

La zona viene ampiamente individuata in alcuni settori nella porzione orientale e settentrionale dell'abitato di Donnini e in piccoli settori presso la località di C. Conia di Sotto.

- **zona 4 (2004)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e creste.

La zona viene individuata in alcuni settori nella porzione centrale dell'abitato di Donnini, nella porzione valliva tra Donnini e la località di Petroia e in limitati settori lungo il versante che Donnini scende verso la località di C. Conia di Sotto.

- **zona 6 (2006)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Sillano (SIL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 2,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 2,1.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m.

La zona viene individuata in alcuni settori a nord-est della località Petroia, lungo il versante che scende verso il Torrente Vicano di Sant'Ellero, a nord e nella porzione orientale dell'abitato di Donnini.

- **zona 7 (2007)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m.

La zona viene individuata nella porzione centrale dell'abitato di Donnini, nella porzione valliva tra Donnini e la località di Petroia e in limitati settori lungo il versante che Donnini scende verso la località di C. Conia di Sotto.

- **zona 8 (2008)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Sillano (SIL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona viene individuata nell'estrema porzione sud-orientale dell'area di studio di Donnini.

- **zona 9 (2009)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 30,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalla prova 18_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 2,0 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 2,0.

La zona viene individuata nella porzione centro-occidentale dell'abitato di Donnini e in un settore a ovest della località di Petroia.

- **zona 13 (2013)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su depositi di copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 30,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona viene individuata in settori nella porzione valliva tra Donnini e la località di Petroia.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto – FAL3 e Formazione di Monte Morello -MLL) e tra il substrato lapideo stratificato stesso e i depositi del substrato geologico contraddistinto dall'alternanza di litotipi stratificati (Formazione di Sillano - SIL) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale (“buffer”) di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

Inoltre sono state evidenziate le aree dove si ha la **sovrapposizione di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAID)**.

SAN CLEMENTE

(vedi tavv. G.01, G.02, G.03, G.04, G.13, G.16 e G.19 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato di San Clemente è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno) rappresentate dai calcari marnosi e marne argillitiche della Formazione di Monte Morello (MLL).

La formazione litoide ha un assetto giaciturale con immersione prevalentemente verso i quadranti orientali e inclinazione variabile tra 15° e 50°.

Su queste, talora, si rinvengono terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Ciottolami di Leccio (CL) e del Limi del Torrente Oreno (LSO).

Le varie formazioni riconosciute sono soventemente sormontate da coltri eluvio-colluviali (b2a), presenti in particolare nel settore meridionale e orientale dell'abitato. Lungo il corso del Fiume Arno e nei settori pianeggianti limitrofi si ritrovano depositi riferibili ad alluvioni attuali (b) e alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative derivanti da instabilità per franosità diffusa, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di orli di scarpata antropica e , in corrispondenza dei corsi d'acqua, di fenomeni di erosione lineare o incanalata.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 0% e il 25%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per la frazione di San Clemente sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 3 strumentati con tubo piezometrico, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 1 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi;
- n. 6 prove penetrometriche prove penetrometriche statiche.

In corrispondenza dell'abitato di San Clemente sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 1 indagine di sismica a rifrazione con onde P e Sh, n. 1 indagine di sismica tipo MASW e n. 5 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

Inoltre, specificatamente per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 è stata svolta una integrativa e inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 1 indagine di sismica a rifrazione con onde P e Sh e n. 3 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (HVSR).

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di San Clemente risulta costituito da terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno).

In particolare l'Unità di Monte Morello è rappresentata dalla Formazione di Monte Morello (MLL).

Sudette litologie sono talora sormontate da uno spessore di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati generalmente inferiori ai 10,0 m dal p.c..

Lungo il corso del Fiume Arno e nei settori pianeggianti limitrofi si ritrovano depositi riferibili ad alluvioni attuali (b) e alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna).

I rilievi collinari a est dell'abitato di San Clemente sono caratterizzati in affioramento dalla presenza di depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Ciottolami di Leccio (CL), e del Limi del Torrente Oreno (LSO).

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMes (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali attuali (b), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna).

In alcuni areali vengono riconosciuti spessori di entità variabile di terreni di riporto antropico.

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMTf (Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Ciottolami di Leccio (CL) e all'unità geologico-tecnica MLTf (Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO).

I terreni di natura litoide appartenenti alla Formazione di Monte Morello (MLL) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica del substrato geologico LPS (Lapideo, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi, quiescenti, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 5 misure HVSR di cui n. 3 classificate in classe A1, n. 1 classificata in classe A2 e n. 1 classificata in classe B1, si ricava una valutazione di qualità pari a 61,7 che la colloca in classe di accettabilità B.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

In corrispondenza dell'abitato di San Clemente sono state appositamente eseguite n. 5 misure di sismica passiva con metodo HVSR (23_HVSR, 24_HVSR, 25_HVSR, 26_HVSR, 27_HVSR, 184_HVSR, 185_HVSR e 186_HVSR) nell'ambito degli studi in oggetto.

La totalità delle indagini eseguite hanno mostrato fenomeni di impedenza sismica a profondità comprese tra 15,0 e 60,0 m e un alto contrasto di impedenza, da correlarsi con il passaggio tra depositi di copertura e substrato litoide.

Presso il campo sportivo di San Clemente è stata eseguita una indagine di sismica a rifrazione in onde P e Sh (28_SR) e una indagine di tipo Masw (60_MASW). L'indagine 28_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 5,0/7,0 m avente $V_s = 177/193$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 7,0/10,0 m con $V_s = 364/530$ m/s, e un terzo sismostrato con $V_s = 633/953$ m/s. L'indagine 60_MASW presenta un primo sismostrato dello spessore di circa 1,0 m avente $V_s = 148$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 4,0 m con $V_s = 196$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 2,5 m con $V_s = 264$ m/s, un quarto sismostrato di spessore 5,0 m con $V_s = 324$ m/s, un quinto sismostrato di spessore 13,0 m con $V_s = 693$ m/s, e un sesto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 9,0 m con $V_s = 811$ m/s. Da cui è stato possibile ricavare un valore di $V_{s30} = 390$ m/s.

Infine in località Pozzo l'indagine 183_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 3,0/4,0 m avente $V_s = 134/151$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore di 9,0/12,0 m con $V_s = 261/398$ m/s, e un terzo sismostrato con $V_s = 682/861$ m/s.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 2 (2002)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica e in particolare sui dati della prova 25_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo al contatto tra coltre di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,5.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona rappresenta la maggior parte dei terreni su cui si colloca il settore centrale dell'abitato di San Clemente e in corrispondenza della Chiesa.

- **zona 5 (2005)**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno coperture recenti di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), a prevalenza granulometrica sabbioso limosa, poste su un substrato lapideo stratificato (LPS). Le coperture presentano uno spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m.

Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione /fratturazione con spessore minore di 15,0 m.

Data la successione stratigrafica rilevata e sulla scorta degli studi sismici complessivi e in particolare dell'indagine 24_HVSR si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, presumibilmente al contatto tra coltri di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato terreni di copertura e substrato litoide.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. Interessa i settori di raccordo col fondovalle del Fiume Arno nella porzione settentrionale dell'abitato di San Clemente.

- **zona 8 (2008)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona viene individuata nella porzione centrale dell'abitato di Donnini, nella porzione valliva tra Donnini e la località di Petroia e in limitati settori lungo il versante che Donnini scende verso la località di C. Conia di Sotto.

- **zona 10 (2010)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona viene individuata nella porzione collinare ad est dell'abitato di San Clemente.

- **zona 11 (2011)**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno coperture recenti di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es) su una copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con i alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona viene individuata in una fascia pedecollinare ad est dell'abitato di San Clemente.

- **zona 12 (2012)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) e di litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 30,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), coltre di alterazione /zona fratturazione < 10,0 m; i > 15°, alto c.i..

Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona viene individuata in un unico settore a nord-est della località Casa Rifatta.

- **zona 14 (2014)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore compreso tra 5,0 e 30,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m. Talora si ha la presenza di uno spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m di terreni di riporto (Ri).

Data la successione stratigrafica rilevata e sulla scorta degli studi sismici complessivi e in particolare dell'indagini 184_HVSR e 185_HVSR si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza

sismica nel sottosuolo, presumibilmente al contatto tra coltri di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato terreni di copertura e substrato litoide.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

La zona viene individuata nel settore meridionale e pianeggiante dell'abitato di San Clemente.

- **zona 20 (2020):** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) di terrazzo fluviale (tf) con spessore compreso tra 30,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m. Talora si ha la presenza di uno spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m di terreni di riporto (Ri).

Data la successione stratigrafica rilevata e sulla scorta degli studi sismici complessivi e in particolare dell'indagine 186_HVSR si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, presumibilmente al contatto tra coltri di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato terreni di copertura e substrato litoide.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,7 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,7.

La zona viene individuata nel settore meridionale dell'area di indagine.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1...n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Formazione di Monte Morello -MLL) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale ("buffer") di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

Inoltre, come desumibile dalle verifiche, riportate nel seguente paragrafo 7.6, effettuate sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche (prove penetrometriche Cpt) realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di San Clemente non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

CILIEGI

(vedi tavv. G.01, G.02, G.03, G.04, G.13, G.16 e G.19 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato di Ciliegi è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno) rappresentate dai calcari marnosi e marne argillitiche della Formazione di Monte Morello (MLL).

La formazione litoide ha un assetto giaciturale con immersione prevalentemente verso i quadranti meridionali e inclinazione variabile tra 10° e 20°.

Su queste, talora, si rinvengono terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Limi del Torrente Oreno (LSO), delle Argille del Torrente Ascione (ASC) e dei Limi di Terranuova (TER).

Le varie formazioni riconosciute sono soventemente sormontate da coltri eluvio-colluviali (b2a), presenti in particolare nel settore meridionale e orientale dell'abitato. Lungo il corso del Fiume Arno e nei settori pianeggianti limitrofi si ritrovano depositi riferibili ad alluvioni attuali (b) e alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative derivanti da instabilità per franosità diffusa, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di orli di scarpata antropica e, in corrispondenza dei corsi d'acqua, di fenomeni di erosione lineare o incanalata.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 0% e il 25%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per la frazione di Ciliegi sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 1 strumentato con tubo piezometrico, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 1 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi;
- n. 1 indagine sismica di tipo Masw;
- n. 2 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (HVSR)

In corrispondenza dell'abitato di Ciliegi sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 6 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

Inoltre nell'areale di Ciliegi, laddove vi è la presenza nel sottosuolo di litotipi a prevalente composizione sabbiosa, potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nel maggio 2017 sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche statiche (cfr. fascicolo indagini ENKI del maggio 2017) finalizzate all'esecuzione di specifiche verifiche del potenziale di liquefazione.

Infine, specificatamente per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 è stata svolta una integrativa e inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 3 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh.

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Ciliegi risulta costituito da terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno).

In particolare l'Unità di Monte Morello è rappresentata dalla Formazione di Monte Morello (MLL).

Sudette litologie sono talora sormontate da uno spessore di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati generalmente inferiori ai 10,0 m dal p.c..

Lungo il corso del Fiume Arno e nei settori pianeggianti limitrofi si ritrovano depositi riferibili ad alluvioni attuali (b) e alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna).

I rilievi collinari a est dell'abitato di Ciliegi sono caratterizzati in affioramento dalla presenza di depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi alla formazione dei Limi del Torrente Oreno (LSO), presente presso la porzione apicale dell'abitato della località Cetina, delle Argille del Torrente Ascione (ASC), presso l'abitato di Cetina e dei Limi di terranuova (TER), affiorante presso C. Nibbio III, C. Nibbio II e Poggio Alberti.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMes (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali attuali (b), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna). In alcuni areali vengono riconosciuti spessori di entità variabile di terreni di riporto antropico.

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica MLtf (Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER), e all'unità geologico-tecnica CLtf (Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre) i depositi delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

I terreni di natura litoide appartenenti alla Formazione di Monte Morello (MLL) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica del substrato geologico LPS (Lapideo, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 8 misure HVSR di cui n. 3 classificate in classe A1 e n. 5 classificata in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 54,1 che la colloca in classe di accettabilità B.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

In corrispondenza dell'area industriale di Ciliegi sono state appositamente eseguite n. 6 misure di sismica passiva con metodo HVSR (37_HVSR, 37BIS_HVSR, 38_HVSR, 40_HVSR, 100_HVSR e 101_HVSR).

La totalità delle indagini eseguite hanno mostrato fenomeni di impedenza sismica a profondità comprese tra 10,0 e 50,0 m e, ad eccezione delle prove 37_HVSR, 100_HVSR e 101_HVSR, un alto contrasto di impedenza, da correlarsi con il passaggio tra depositi di copertura e substrato litoide.

Presso l'abitato di Ciliegi è stata eseguita la prova 39_HVSR che ha mostrato un alto contrasto di impedenza a profondità prossime a 80,0-90,0 m dal p.c. ($f_0 = 1,67$ Hz).

Infine presso l'area cimiteriale la prova 41_HVSR ha mostrato un alto contrasto di impedenza a profondità prossime a 25,0 m dal p.c. ($f_0 = 1,67$ Hz).

Presso lo svincolo autostradale di Incisa-Reggello è stata eseguita l'indagine 82_MASW che presenta un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente $V_s = 130$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 6,0 m con $V_s = 255$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 4,0 m con $V_s = 360$ m/s e un quarto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 18,0 m con $V_s = 380$ m/s.

Presso l'area produttiva l'indagine 181_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 5,0/8,0 m avente $V_s = 163/184$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato con $V_s = 261/322$ m/s.

Tra il ponte sull'autostrada e la località Cetina è stata eseguita una ulteriore indagine di sismica a rifrazione e una indagine di tipo Masw. L'indagine 180_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 6,0/9,0 m avente $V_s = 141/148$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato con $V_s = 274/404$ m/s.

L'indagine 182_MASW presenta un primo sismostrato dello spessore di circa 2,5 m avente $V_s = 190$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore circa 8,0 m con $V_s = 291$ m/s, un terzo sismostrato di spessore circa 9,0 m con $V_s = 299$ m/s, un quarto sismostrato per uno spessore di circa 13,0 m con $V_s = 361$ m/s, a cui seguono terreni con velocità $V_s = 446$ m/s.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 1 (2001)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m. Talora si ha la presenza di uno spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m di terreni di riporto (Ri).

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare della prova 37_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,3.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona è rappresentata in vari settori lungo il corso del Fiume Arno, come ad esempio presso le località Pollaio, Mulino, Palagetto e Bruschetto e in un settore nella porzione settentrionale dell'area industriale di Ciliegi.

- **zona 4 (2004)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di

Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m. Talora si ha la presenza di uno spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m di terreni di riporto (Ri).

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta delle indagini 100_HVSR e 101_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona viene individuata nella porzione occidentale e settentrionale dell'areale di studio.

- **zona 7 (2007)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona viene individuata in corrispondenza del corso del Fiume Arno.

- **zona 14 (2014)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 30,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m. Talora si ha la presenza di uno spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m di terreni di riporto (Ri).

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dei risultati delle prove 38_HVSR e 40_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona viene individuata in un'areale su cui si colloca principalmente la porzione settentrionale dell'area produttiva di Ciliegi e l'area cimiteriale.

- **zona 15 (2015)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona viene individuata in corrispondenza della località Cetina e della località Ricavo, presso le località C. Nibbio III, C. Nibbio II e Poggio Alberti., in sinistra idraulica del Borro di Ricavo e a sud-ovest della località Bellavista.

- **zona 19 (2019)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con basso c.i.. Talora si ha la presenza di uno spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m di terreni di riporto (Ri).

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare della prova 39_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo nei primi 50 m dal p.c..

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

La zona viene individuata in corrispondenza della zona pianeggiante su cui sorge l'abitato di Ciliegi e la località C. Nibbio II, in una piccola fascia a ovest della località Bellavista e a sud-ovest del casello autostradale di Incisa Reggello.

- **zona 20 (2020)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 30,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), con i alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m. Talora si ha la presenza di uno spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m di terreni di riporto (Ri).

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,7 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,9 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,9.

La zona viene individuata in un'areale su cui si colloca principalmente la porzione meridionale dell'area produttiva i Ciliegi.

- **zona 21 (2021)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 30,0 e 60,0 m, sovrastante substrato lapideo stratificato (LPS), con alto c.i.. Il

substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona viene individuata in una fascia presso la località Fornaci.

- **zona 22 (2022)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

La zona viene individuata in una fascia presso la località Podere La Striscia.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Formazione di Monte Morello -MLL) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale ("buffer") di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

Inoltre, come desumibile dalle verifiche, riportate nel seguente paragrafo 7.6, effettuate sulla scorta dei risultati delle indagini geognostiche (prove penetrometriche Cpt) specificatamente eseguite nel mese di maggio 2017 (cfr. fascicolo indagini ENKI del maggio 2017) e realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di Ciliegi non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

LECCIO

(vedi tavv. G.05, G.06, G.07, G.08, G.14, G.17 e G.20 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato di Leccio è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna) e alle coltri eluvio-colluviali (b2a), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Limi del Torrente Oreno (LSO), sovrastanti la formazione delle Argille del Torrente Ascione (ASC) e dei Limi di Terranuova (TER). I rilievi collinari circostanti sono, invece, caratterizzati dalla presenza di litologie appartenenti al Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alle formazioni dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO), alle Sabbie del Tasso (STA) e ai Limi di Latereto e Pian di Tegna (LAT) e di litologie appartenenti alla porzione apicale della serie del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Ciottolami del Leccio (CL) e alle Sabbie di Borro Cave (SBC).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative derivanti da instabilità per frane quiescenti, franosità diffusa, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico è completato dalla presenza di orli rimodellati di scarpate, orli di scarpata antropica e , in corrispondenza dei corsi d'acqua, di fenomeni di erosione lineare o incanalata.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 0% e il 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per la frazione di Leccio sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 6 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 4 strumentati con tubo piezometrico e n. 1 con tubo per prova down-hole con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 29 prove penetrometriche di cui n. 26 prove penetrometriche statiche e n. 3 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 5 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi;
- n. 7 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh;
- n. 1 indagine sismica di tipo Masw;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione in foro tipo down-hole;
- n. 5 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (HVSR)

In corrispondenza dell'abitato di Leccio sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 1 indagine di sismica a rifrazione in onde P e Sh, in n. 1 indagine sismica di tipo Masw e in n. 7 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Leccio è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna) e alle coltri eluvio-colluviali (b2a), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione

dei Limi del Torrente Oreno (LSO); questi poggiano in profondità sulla formazione delle Argille del Torrente Ascione (ASC) e dei Limi di Terranuova (TER).

Nei rilievi collinari attorno l'abitato di Leccio la successione è completata, salendo nella serie dalla formazione dei Ciottolami del Leccio (CL) e alle Sabbie di Borro Cave (SBC).

Sovrastanti a questi, in particolare in corrispondenza del rilievo collinare su cui sorge il Castello di Sammezzano, si hanno i depositi riferibili al Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alle formazioni dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO), alle Sabbie del Tasso (STA) e ai Limi di Latereto e Pian di Tegna (LAT).

Talora si rinvencono coperture detritiche di frana, la cui maggiore rappresentazione è presente presso la località Casaccia.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna). In alcuni areali vengono riconosciuti spessori di entità variabile di terreni di riporto antropico.

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica SMtf (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) e le Sabbie di Borro Cave (SBC);
- all'unità geologico tecnica SWtf (sabbie pulite e ben assortite, sabbie ghiaiose di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi delle Sabbie del Tasso (STA);
- all'unità geologico-tecnica GMtf (ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO) e dei Ciottolami del Leccio (CL), e i livelli di ciottolami presenti all'interno dei depositi appartenenti ad ulteriori formazioni del Sintema del Valdarno.
- all'unità geologico-tecnica MLtf (Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER);
- all'unità geologico-tecnica CLtf (Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre) i depositi delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 12 misure HVSR di cui n. 3 classificate in classe A1 e n. 9 classificata in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 65,9 che la colloca in classe di accettabilità B.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

In corrispondenza dell'area industriale di Leccio sono state eseguite n. 7 misure di sismica passiva con metodo HVSR (29_HVSR, 30_HVSR, 80_HVSR, 81_HVSR, 88_HVSR, 89_HVSR e 90_HVSR).

Le indagini eseguite o hanno mostrato picchi ad alte profondità (f_0 pari a 1,2 Hz e 1,8 Hz) oppure non hanno manifestato la presenza di picchi significativi.

Lo stesso si può affermare per le restanti indagini (31_HVSR, 32_HVSR, 33_HVSR, 34_HVSR e 35_HVSR) eseguite in corrispondenza o nelle strette vicinanze dell'abitato del Leccio con f_0 compresi tra 1 e 2 Hz (ad eccezione della prova 35_HVSR con $f_0 = 2,69$ Hz) indicativi di contrasti di impedenza a profondità maggiori di 50,0 m dal p.c..

In prossimità della prova 29_HVSR sono stati eseguiti due stendimenti sismici (85_SR e 105_SR). La prova 85_SR presenta un primo sismostrato dello spessore di 1,0 m avente $V_s = 68/118$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 8,0 m con $V_s = 178$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 22,0 m con $V_s = 252$ m/s e un quarto e ultimo sismostrato con $V_s = 637$ m/s. La prova 105_SR presenta un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente $V_s = 146$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 6,0 m con $V_s = 209$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 18,0 m con $V_s = 301$ m/s e un quarto e ultimo sismostrato con $V_s = 424/435$ m/s.

In prossimità delle prove 89_HVSR e 90_HVSR sono stati eseguiti ulteriori due stendimenti sismici (86_SR e 87_SR) che hanno mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 5,0 m avente $V_s = 163/199$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato con $V_s = 299/341$ m/s.

Nell'area industriale la prova sismica 125_SR ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 12,0 m avente $V_p = 399$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato con $V_p = 1402$ m/s.

In corrispondenza della prova 32_HVSR sono state eseguite le indagini sismiche 83_SR e 82_MASW. L'indagine Masw ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente $V_s = 130$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 6,0 m con $V_s = 255$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 4,0 m con $V_s = 360$ m/s e un quarto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 18,0 m con $V_s = 380$ m/s. L'indagine a rifrazione ha, invece, mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 5,0 m avente $V_s = 260/350$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 20,0 m con $V_s = 260/325$ m/s e un terzo e ultimo sismostrato con $V_s = 480$ m/s.

Nella medesima località è stata eseguita anche una indagine di sismica in foro di tipo down-hole (9_SDH) che ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 15,0 m avente $V_s = 258$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 11,0 m con $V_s = 336$ m/s, e un terzo sismostrato investigato per uno spessore di 4,0 con $V_s = 446$ m/s.

Presso la località Casaccia è stata eseguita l'indagine di sismica a rifrazione 64_SR che ha mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente $V_s = 137/148$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato con $V_s = 307/336$ m/s.

Infine presso l'area del campo sportivo sono state eseguite le indagini sismiche 36_SR e 61_MASW. L'indagine Masw ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 1,0 m avente $V_s = 148$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 4,0 m con $V_s = 196$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 2,5 m con $V_s = 264$ m/s, un

quarto sismostrato di spessore 5,0 m con $V_s = 324$ m/s, un quinto sismostrato di spessore 13,0 m con $V_s = 693$ m/s e un sesto e ultimo sismostrato, investigato per uno spessore di 8,0 m con $V_s = 811$ m/s, da cui è stato possibile determinare una $V_{s30} = 390$ m/s (categoria di sottosuolo B). L'indagine a rifrazione ha, invece, mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 1,0/3,0 m avente $V_s = 183/216$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 10,0/20,0 m con $V_s = 271/274$ m/s e un terzo e ultimo sismostrato con $V_s = 428/558$ m/s.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 15 (2015)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m, talora con, come nell'area in esame, livello basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m, con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

La zona corrisponde alle fasce pedecollinari attorno l'abitato di Leccio.

- **zona 19 (2019)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m, talora con, come nell'area in esame, livello basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; con basso c.i.. Talora presenza di terreni di riporto antropico dello spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.

Dalla totalità delle indagini di sismica passiva svolte nell'area del Leccio e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, almeno a profondità inferiori a 70,0 m dal p.c..

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 2,0 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 2,0.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona rappresenta la totalità delle aree di fondovalle su cui sorge l'abitato di Leccio e la relativa area industriale; presso un areale a nord della Chiesa di San Salvatore al Leccio e in un limitato settore presso la località Casaccia.

- **zona 23 (2023)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m, talora con, come nell'area in esame, livello basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m, con basso c.i.. Talora presenza di terreni di riporto antropico dello spessore compreso tra 2,0 e 5,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona si riconosce presso le località Quartaio e Le Stabbie, nei pressi dell'area cimiteriale e nei rilievi a nord della località Fossato di Sotto.

- **zona 25 (2025)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore 50,0 m, talora con, come nell'area in esame, livello basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona si riconosce lungo il rilievo collinare su cui sorge il Castello di Sammezzano e in alcuni settori collinari a monte e a sud della località Casaccia e dell'area cimiteriale.

- **zona 26 (2026)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di spessore > 50,0 m, talora con, come nell'area in esame, livello basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona si riconosce lungo il rilievo collinare su cui sorge il Castello di Sammezzano.

- **zona 27 (2027)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) e sabbioso ghiaiosa (SW) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa

(GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 10,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m, talora con, come nell'area in esame, livello basale ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf) di spessore > 10,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona si riconosce lungo il rilievo collinare su cui sorge il Castello di Sammezzano e in corrispondenza dell'edificio del Castello.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

Inoltre, come desumibile dalle verifiche, riportate nel seguente paragrafo 7.6, effettuate sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche (prove penetrometriche Cpt) realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di Leccio non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

MATASSINO

(vedi tavv. G.01, G.02, G.03, G.04, G.13, G.16 e G.19 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato di Matassino è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Limi di Terranuova (TER), che assieme alle Sabbie di Borro Cave (SBC), ai Limi del Torrente Oreno (LSO), e alle Argille del Torrente Ascione (ASC) costituiscono i rilievi collinari presenti attorno l'abitato di Matassino.

Talora si ha la presenza di depositi attribuibili a coltri eluvio-colluviali (b2a).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative derivanti da instabilità per frane attive e quiescenti, franosità diffusa, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico è completato dalla presenza di orli rimodellati di scarpate, orli di scarpata antropica e , in corrispondenza dei corsi d'acqua, di fenomeni di erosione lineare o incanalata.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 0% e il 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per la frazione di Matassino sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 7 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 5 strumentati con tubo piezometrico e n. 1 con tubo per prova down-hole, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 21 prove penetrometriche statiche;
- n. 7 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi;
- n. 1 indagini di sismica a rifrazione con onde P e Sh;
- n. 3 indagine sismica di tipo Masw;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione in foro tipo down-hole;
- n. 6 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola (HVSr)

In corrispondenza dell'abitato di Matassino sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 1 indagine di sismica a rifrazione in onde P e Sh, in n. 1 indagine sismica di tipo Masw e in n. 6 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

Inoltre, specificatamente per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 è stata svolta una integrativa e inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 2 indagini sismica di tipo Masw, in n. 1 indagine di sismica tipo Esac e in n. 3 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Matassino è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Limi di Terranuova (TER).

Nei rilievi collinari attorno l'abitato di matassino si rinvengono altri termini della serie del Sub-sintema di Montevarchi quali le Argille del Torrente Ascione (ASC), i Limi del Torrente Oreno (LSO) e le Sabbie di Borro Cave (SBC).

Talora si rinvengono coperture eluvio-colluviali (b2a) e detritiche di frana.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna). In alcuni areali vengono riconosciuti spessori di entità variabile di terreni di riporto antropico.

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica SMtf (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi delle Sabbie di Borro Cave (SBC);

- all'unità geologico-tecnica MLtf (Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER);

- all'unità geologico-tecnica CLtf (Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre) i depositi delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 12 misure HVSR di cui n. 1 classificate in classe A1 e n. 11 classificate in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 62,4 che la colloca in classe di accettabilità B.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

La totalità (n. 15) delle misure di sismica passiva eseguite nell'area di Matassino hanno mostrato bassi contrasti di impedenza (A0 comprese tra 1,03 e 2,57) con picchi per le prove 51_HVSR, 52_HVSR, 53_HVSR, 54_HVSR, 55_HVSR (prova A) e 56_HVSR aventi frequenze inferiori a 1 Hz.

Le prove 65_HVSR, 66_HVSR, 67_HVSR e 68_HVSR pur mostrando bassi contrasti di impedenza (A0 compreso tra 1,03 e 1,25) hanno presentato picchi con f_0 = compreso tra 5,0 e 7,5 Hz (profondità comprese tra 10,0 e 20,0 m dal p.c.).

Le prove 69_HVSR, 190_HVSR e 191_HVSR non ha mostrato la presenza di significativi picchi di frequenza, mentre le prove 55_HVSR (prova B) e, in particolare, le prove 138_HVSR e 189_HVSR hanno mostrato picchi di frequenza superficiali con bassi contrasti di impedenza sismica.

In prossimità della prova 56_HVSR sono state eseguite le indagini sismiche 124_SR e 137_MASW. L'indagine di sismica a rifrazione ha mostrato una $V_{s30} = 318$ (categoria di sottosuolo C), mentre l'indagine Masw ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente $V_s = 169$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 3,0 m con $V_s = 221$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 19,0 m con $V_s = 243$ m/s, un quarto sismostrato di spessore 14,0 m con $V_s = 490$ m/s e un quinto e ultimo sismostrato dello spessore investigato di 2,0 m con $V_s = 505$ m/s; da cui è stato possibile calcolare un $V_{s30} = 260$ (categoria di sottosuolo C).

L'indagine 128_MASW ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente $V_s = 190$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 5,0 m con $V_s = 230$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 9,0 m con $V_s = 295$ m/s, e un quarto e ultimo sismostrato dello spessore investigato di 14,0 m con $V_s = 548$ m/s; da cui è stato possibile calcolare un $V_{s30} = 335$ (categoria di sottosuolo C).

L'indagine 130_MASW ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente $V_s = 170$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 7,0 m con $V_s = 210$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 9,0 m con $V_s = 258$ m/s, e un quarto e ultimo sismostrato dello spessore investigato di 12,0 m con $V_s = 450$ m/s; da cui è stato possibile calcolare un $V_{s30} = 281$ (categoria di sottosuolo C).

In corrispondenza della prova 53_HVSR sono state eseguite le indagini sismiche 57_SR e 63_MASW. L'indagine Masw ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente $V_s = 104$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 13,5 m con $V_s = 286$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 6,0 m con $V_s = 373$ m/s, un quarto e ultimo sismostrato di spessore 16,5 m con $V_s = 373$ m/s; da cui è stato possibile calcolare un $V_{s30} = 289$ (categoria di sottosuolo C). L'indagine a rifrazione ha, invece, mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente $V_s = 164/185$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 7,0 m con $V_s = 258/301$ m/s e un terzo e ultimo sismostrato con $V_s = 353/361$ m/s.

In corrispondenza della prova 190_HVSR è stata eseguita l'indagine 187_MASW. L'indagine ha presentato un primo sismostrato dello spessore di circa 2,0 m avente $V_s = 183$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore circa 5,0 m con $V_s = 194$ m/s, un terzo sismostrato di spessore circa 7,0 m con $V_s = 296$ m/s, un quarto sismostrato di spessore circa 4,5 m con $V_s = 303$ m/s, a cui seguono terreni con $V_s = 335$ m/s.

In corrispondenza della prova 191_HVSR è stata eseguita l'indagine 197_MASW. L'indagine ha presentato un primo sismostrato dello spessore di circa 2,5 m avente $V_s = 244$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore circa 5,0 m con $V_s = 199$ m/s, un terzo sismostrato di spessore circa 8,0 m con $V_s = 206$ m/s, un quarto e ultimo sismostrato di spessore circa 5,0 m con $V_s = 262$ m/s, a cui seguono terreni con $V_s = 332$ m/s.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 15 (2015)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore $> 50,0$ m, con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dalle prove 52_HVSR e 190_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste.

La zona corrisponde alla fascia pedecollinare di raccordo con il fondovalle dove ubicato l'abitato di Matassino, presso la località Poggio Asciutto e lungo i rilievi collinari che si erge a nord-ovest della località C. Tani e a nord dell'area cimiteriale.

- **zona 16 (2016)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) con spessore $> 50,0$ m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona è riscontrata in un limitato settore lungo il rilievo collinare che si erge a nord-ovest della località C. Tani.

- **zona 19 (2019)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dalle prove 189_HVSR e 191_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

La zona corrisponde alla quasi totalità dell'area pianeggiante su cui sorge l'abitato di Matassino.

- **zona 22 (2022)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona si rinviene in corrispondenza del corso del Torrente Resco.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1...n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

Inoltre, come desumibile dalle verifiche, riportate nel seguente paragrafo 7.6, effettuate sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche (prove penetrometriche Cpt) realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di Matassino non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

VAGGIO

(vedi tavv. G.05, G.06, G.07, G.08, G.14, G.17 e G.20 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato di Vaggio è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Monteverchi e in particolare alla formazione dei Limi di Terranuova (TER), delle Argille del Torrente Ascione (ASC), dei Limi del Torrente Oreno (LSO), delle Sabbie di Borro Cave (SBC) e della Formazione di Casa la Querce (CCQ), che, inoltre, costituiscono i rilievi collinari presenti attorno l'abitato di Vaggio.

Talora si ha la presenza di depositi attribuibili a coltri eluvio-colluviali (b2a).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative derivanti da instabilità per franosità diffusa, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico è completato dalla presenza di orli rimodellati di scarpate, orli di scarpata antropica e, in corrispondenza dei corsi d'acqua, di fenomeni di erosione lineare o incanalata.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 0% e il 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per la frazione di Vaggio sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 4 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 2 strumentati con tubo piezometrico, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 7 prove penetrometriche di cui n. 3 prove penetrometriche statiche e n. 4 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 1 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi.

In corrispondenza dell'abitato di Vaggio sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 1 indagine di sismica a rifrazione in onde P e Sh, in n. 1 indagine sismica di tipo Masw e in n. 8 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

Inoltre, specificatamente per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 è stata svolta una integrativa e inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 2 indagini sismica di tipo Masw.

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Vaggio è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi che costituiscono i terreni costituenti i rilievi collinari presenti attorno l'abitato di Vaggio. Questi depositi si rinvengono, al di sotto dei depositi alluvionali, in serie normale risalendo il corso del Torrente Resco, infatti i terreni presenti nel sottosuolo della porzione meridionale dell'abitato di Vaggio appartengono alla formazione dei Limi di Terranuova (TER), e poi, spostandosi verso nord alla formazione delle Argille del Torrente Ascione (ASC), dei Limi del Torrente Oreno (LSO), delle Sabbie di Borro Cave (SBC) e della Formazione di Casa la Querce (CCQ).

Talora si rinvengono coperture eluvio-colluviali (b2a) e detritiche di frana.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMfd (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante - falda detritica) i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a) e ai depositi di versante (aa), all'unità geologico-tecnica GMes (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali

attuali (b), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna). In alcuni areali vengono riconosciuti spessori di entità variabile di terreni di riporto antropico.

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica GMtf (ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi della Formazione di Casa la Querce (CCQ);
- all'unità geologico-tecnica SMtf (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi delle Sabbie di Borro Cave (SBC);
- all'unità geologico-tecnica MLtf (Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER);
- all'unità geologico-tecnica CLtf (Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre) i depositi delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 8 misure HVSR di cui n. 1 classificata in classe A1 e n. 7 classificate in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 54,8 che la colloca in classe di accettabilità B.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

Tra le misure di sismica passiva eseguite presso l'abitato di Vaggio n. 3 prove (42_HVSR, 43_HVSR e 44_HVSR non hanno mostrato la presenza di picchi significativi. Le prove 46_HVSR, 48_HVSR e 49_HVSR hanno mostrato bassi contrasti di impedenza (A0 compresi tra 1,76 e 2,4) con picchi di frequenza inferiori a 1 Hz; mentre le prove 45_HVSR e 47_HVSR hanno mostrato bassi contrasti di impedenza (A0 rispettivamente uguali a 2,44 e 1,55) con picchi di frequenza compresi tra 5,0 e 7,5 Hz (profondità comprese tra 10,0 e 20,0 m dal p.c.).

In corrispondenza della prova 44_HVSR sono state eseguite le indagini sismiche 50_SR e 62_MASW. L'indagine Masw ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 5,0 m avente $V_s = 390$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 6,0 m con $V_s = 433$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 17,5 m con $V_s = 467$ m/s, un quarto e ultimo sismostrato di spessore 18,5 m con $V_s = 764$ m/s. L'indagine a rifrazione ha, invece, mostrato la presenza di un primo sismostrato dello spessore di 1,0/2,0 m avente $V_s = 457/5575$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 20,0/25,0 m con $V_s = 658/773$ m/s e un terzo e ultimo sismostrato con $V_s = 811/1194$ m/s.

Presso la località Villa Rigacci è stata eseguita la prova 196_MASW che ha presentato un primo sismostrato dello spessore di circa 3,5 m avente $V_s = 350$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore circa 3,0 m con $V_s = 341$ m/s, un terzo sismostrato di spessore circa 7,0 m con $V_s = 457$ m/s, un quarto sismostrato di spessore circa 18,0 m con $V_s = 469$ m/s, a cui seguono terreni con $V_s = 726$ m/s.

La prova 195_MASW ha, invece, presentato un primo sismostrato dello spessore di circa 3,0 m avente $V_s = 289$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore circa 5,5 m con $V_s = 299$ m/s, un terzo sismostrato di spessore circa 10,5 m con $V_s = 305$ m/s, un quarto sismostrato di spessore circa 14,0 m con $V_s = 378$ m/s, a cui seguono terreni con $V_s = 439$ m/s.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 15 (2015)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore $> 50,0$ m, con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dalle prove 45_HVSR e 48_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

La zona si riconosce nel settore meridionale dell'abitato di Vaggio, sui rilievi collinari a nord-ovest dell'abitato di Vaggio, lungo i rilievi collinari a ovest del corso del Torrente Resco Cascese, presso le località Cotigliano e Casa La Torre e in alcune fasce a sud-ovest di località Podere La Costa..

- **zona 16 (2016)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore $> 50,0$ m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona è riscontrata in alcune fasce.

- **zona 19 (2019)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore $> 50,0$ m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dalla prova 34_HVSR, 43_HVSR, 46_HVSR e 47_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona corrisponde alla quasi totalità dell'area pianeggiante su cui sorge la porzione meridionale dell'abitato di Vaggio, in alcuni settori collinari a ovest dell'abitato di Vaggio, in ampi settori del fondovalle in destra del corso del Torrente Resco Cascese, a sud-ovest della località Podere La Costa e nel settore pianeggiante dell'area di studio, nella sua porzione centrale in sinistra del corso del Torrente Resco Cascese.

- **zona 22 (2022)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona si rinviene in corrispondenza del corso del Torrente Resco nella porzione meridionale dell'area di studio e lungo il corso del Torrente Resco Cascese.

- **zona 29 (2029)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) con spessore > 50,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona si rinviene in un settore collinare a nord-ovest dei Laghi della Tranquillità, in un limitato settore nei rilievi collinari a ovest dell'abitato di Vaggio, in alcuni settori collinari a ovest del corso del Torrente Resco Cascese e in corrispondenza di Case Rovai.

- **zona 33 (2033)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con basso c.i.. Talora presenza di uno spessore di terreno di riporto.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dell'indagine 42_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,5.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona si rinviene in ampi settori del fondovalle in sinistra del corso del Torrente Resco Cascese, in corrispondenza del settore settentrionale dell'abitato di Vaggio e in un limitato areale a nord di Podere La Costa.

- **zona 34 (2034)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona si rinviene lungo il corso del Torrente Resco Cascese.

- **zona 35 (2035)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dell'indagine 58_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,5.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona si rinviene presso le località Case Rovai, Villa Rigacci, Tamburesco e l'area cimiteriale.

- **zona 36 (2036)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura "pleistocenica" costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m, su litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dell'indagine 58_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona si rinviene in alcune porzioni a nord di Case Rovai e presso l'abitato di Tamburesco.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

Inoltre, come desumibile dalle verifiche, riportate nel seguente paragrafo 7.6, effettuate sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche (prove penetrometriche Cpt) realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di Vaggio non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

CANCELLI

(vedi tavv. G.09, G.10, G.11, G.12, G.15, G.18 e G.21 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato di Cancelli è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alle formazioni dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) e dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO). Inoltre nei settori incisi dai torrenti, come ad esempio il Chiesimone si rinvencono le litologie appartenenti ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alle formazioni dei Ciottolami della Penna (CPE) e alla Formazione di Casa la Querce (CCQ).

Questi poggiano, a profondità variabili in funzione degli spessori dei depositi fluvio-lacustri e dell'assetto strutturale dei vari settori, sulle formazioni dell'Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano), in particolare sulle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici.

Le formazioni litoidi presentano un assetto giaciturale generalmente a franapoggio più o meno inclinato del pendio con immersione verso i quadranti occidentali e inclinazioni variabili tra 10° e 50° (principalmente tra 10° e 30°).

Le varie formazioni riconosciute sono talora sormontate da coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche /a3a).

In corrispondenza dei corsi fluviali, in particolare in corrispondenza del corso del Torrente Chiesimone, si ha la presenza di depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto in alcuni areali da fenomenologie gravitative con i relativi coronamenti il cui stato di attività è da attiva a quiescente, talora con fenomenologie di franosità diffusa in corrispondenza dei settori calanchivi (balze).

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra 5% e 25% nei settori dove si collocano i settori urbanizzati, con settori, in corrispondenza delle porzioni orientali dell'areale di studio, con acclività maggiori, comprese tra 25% e 45% e talora > 45%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per l'area di Cancelli sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 2 stratigrafie risultanti da terebrazioni di pozzi profondi;
- n. 1 prova penetrometrica dinamica

In corrispondenza dell'abitato di Cancelli sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 4 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

Inoltre, specificatamente per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 è stata svolta una integrativa e inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 1 indagine sismica di tipo Masw.

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Cancelli risulta costituito da terreni appartenenti ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alle formazioni dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) e dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO). In corrispondenza delle incisioni dei corsi fluviali, come ad esempio lungo il Torrente Chiesimone e il Borro di Cognorsi si rilevano terreni appartenenti al Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alle formazioni dei Ciottolami della Penna (CPE) e alla Formazione di Casa la Querce (CCQ).

Questi poggiano, a profondità comprese tra 20,0 e 50,0 m dal p.c. sulle formazioni dell'Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano), in particolare sulle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici.

In corrispondenza del corso del Torrente Chiesimone si ha la presenza di depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna).

Infine in alcuni areali vengono riconosciuti spessori metrici di depositi riferibili a depositi eluvio-colluviali, detritici e/o coltri di frana.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMfd (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante - falda detritica) i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali (bna) a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica SMtf (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT);
- all'unità geologico-tecnica GMtf (ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO), dei Ciottolami della Penna (CPE) e della Formazione di Casa la Querce (CCQ)..

I terreni di natura litoide appartenenti alla formazione delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Montalto (FAL3) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica LPS (Lapideo, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi, quiescenti e i movimenti non definiti attivi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche, qualora presenti, e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 4 misure HVSR di cui n. 3 classificate in A2 e n. 1 classificata in B2 si ricava una valutazione di qualità pari a 50,0 che la colloca in classe di accettabilità B.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

In corrispondenza dell'abitato di Cancelli sono state eseguite n. 4 misure di sismica passiva con metodo HVSR (164_HVSR, 165_HVSR, 166_HVSR e 167_HVSR) nell'ambito dello studio in oggetto. La totalità delle registrazioni ha presentato bassi contrasti di impedenza sismica e picchi a frequenze < 3 Hz o, come nel caso della prova 165_HVSR, ad alte frequenze ($f_0 = 15,63$ Hz).

E' stata eseguita l'indagine sismica 192_SR che ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 2,0 m avente $V_s = 250$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore circa 4,0 m con $V_s = 427/607$ m/s, a cui segue un terzo sismostrato con $V_s = 618/653$ m/s.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 17 (2017)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m; basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalle prove 165_HVSR e 167_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,9 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,9.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli anche maggiori di 20,0 m.

La zona caratterizza il nucleo centrale dell'abitato di Cancelli, alcuni settori a nord-ovest e sud-ovest dell'abitato di Cancelli e il settore lungo il corso del Torrente Chiesimone.

- **zona 18 (2018)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” su litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m, con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalle prove 164_HVSR e 166_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,6.

La zona caratterizza i settori a ovest / sud-ovest e a nord-est dell'abitato di Cancelli.

- **zona 24 (2024)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m; basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali creste e scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m.

La zona caratterizza alcuni settori ad est e attorno al corso del Torrente Chiesimone e presso la località Borghello.

- **zona 28 (2028)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore > 50,0 m; basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 2,0 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 2,0.

La zona caratterizza un settore tra Poggio ai Giubbiani e il Torrente Chiesimone, presso Casetta Betita.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

MONTANINO

(vedi tavv. G.09, G.10, G.11, G.12, G.15, G.18 e G.21 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato di Vaggio è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna), poggianti sui terreni appartenenti ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Limi di Terranuova (TER), delle Argille del Torrente Ascione (ASC), dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e delle Sabbie di Borro Cave (SBC), che, inoltre, costituiscono i settori pedecollinari su cui sorge parte dell'abitato di Montanino e i rilievi collinari presenti attorno all'abitato stesso.

Talora si ha la presenza di depositi attribuibili a coltri eluvio-colluviali (b2a).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico è completato dalla presenza di orli rimodellati di scarpate e orli di scarpata antropica .

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 0% e il 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per la frazione di Montanino sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 2 prove penetrometriche statiche;
- n. 1 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi.

In corrispondenza dell'abitato di Montanino sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 3 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Matassino è caratterizzata dalla presenza, nel settore di fondovalle, di terreni riconducibili alle alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi che costituiscono i terreni costituenti i settori pede-collinari e i rilievi collinari presenti attorno l'abitato di Matassino. Questi depositi si rinvergono, talora al di sotto dei depositi alluvionali, in serie normale a partire dal corso del Torrente Chiesimone; infatti i terreni appartengono alla formazione dei Limi di Terranuova (TER), e poi, spostandosi verso nord alla formazione delle Argille del Torrente Ascione (ASC), dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e delle Sabbie di Borro Cave (SBC).

Talora si rinvergono coperture eluvio-colluviali (b2a) e detritiche di frana.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMfd (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante - falda detritica) i corpi

detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica SMtf (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi delle Sabbie di Borro Cave (SBC);

- all'unità geologico-tecnica MLtf (Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER);

- all'unità geologico-tecnica CLtf (Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre) i depositi delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche, laddove presenti, e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 3 misure HVSR classificate in classe A1, si ricava una valutazione di qualità pari a 47,3 che la colloca in classe di accettabilità C. Tuttavia, dato il contesto geologico in cui l'area si inserisce, non si ritiene necessaria l'esecuzione, in questa fase, di ulteriori indagini geognostiche di approfondimento.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

Le prove 168_HVSR, 169_HVSR e 170_HVSR, specificatamente eseguite per il presente lavoro, hanno mostrato bassi contrasti di impedenza (A0 compresi tra 2,38 e 2,45) con picchi di frequenza prossimi a 1 Hz.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 15 (2015)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dalla prova 168_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona si riconosce nel settore pedecollinare su cui sorge parte dell'abitato di Montanino, presso la Chiesa di San Miniato e a nord dell'abitato stesso e presso le località Il Cedro, C. Il Molino, C. Nuova e lungo i rilievi collinari posti a nord e ad ovest dell'abitato di Montanino.

- **zona 16 (2016)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), di spessore compreso tra 5,0 e 20,0 m, su litotipi di natura limoso argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore > 50,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m.

La zona è rinvenuta presso la località C. Bracino.

- **zona 19 (2019)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dalle prove 169_HVSR e 170_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

Questa zona presenta elementi morfologici quali orli di terrazzi fluviali con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m.

La zona corrisponde alla quasi totalità dell'area pianeggiante su cui sorge la porzione meridionale dell'abitato di Montanino. Si rinviene, inoltre, nei settori collinari a nord-ovest dell'abitato di Montanino.

Zone di attenzione per instabilità

Non si riscontrano nell'area in esame zone di attenzione per instabilità.

PRULLI

(vedi tavv. G.09, G.10, G.11, G.12, G.15, G.18 e G.21 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorgono gli abitati di Prulli di Sopra e di Prulli di Sotto è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni attuali (b), o recenti, terrazzate e non terrazzate (bna), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Limi di Terranuova (TER), delle Argille del Torrente Ascione (ASC) e dei Limi del Torrente Oreno (LSO), che, inoltre, costituiscono i rilievi collinari presenti attorno l'abitato di Vaggio.

Talora si ha la presenza di depositi attribuibili a coltri eluvio-colluviali (b2a). Inoltre alcuni settori sono caratterizzati dalla presenza di terreni di riporto (h5).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative derivanti da instabilità per frana, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico è completato dalla presenza di orli rimodellati di scarpate e orli di scarpata antropica.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente bassa acclività con pendenze leggermente superiori, sino al 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per la frazione di Prulli nella sua totalità sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 15 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 11 strumentati con tubo piezometrico e n. 1 strumentato con tubo per prova down-hole, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 3 prove penetrometriche statiche;
- n. 1 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi.
- n. 1 indagini di sismica a rifrazione in foro di tipo down-hole;

In corrispondenza dell'abitato di Prulli sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 5 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

Inoltre, specificatamente per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 è stata svolta una integrativa e inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 1 indagine sismica di tipo Masw.

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorgono gli abitati di Prulli di Sopra e di Prulli di Sotto è caratterizzato dalla presenza di terreni appartenenti alla formazione dei Limi di Terranuova (TER), e poi, spostandosi verso i rilievi collinari alla formazione delle Argille del Torrente Ascione (ASC) e dei Limi del Torrente Oreno (LSO). Nei settori di fondovalle, sulle litologie appartenenti al Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi, si ha la presenza di depositi alluvionali attuali (b) o recenti, terrazzate e non terrazzate (bna).

Talora si rinvencono coperture eluvio-colluviali (b2a) e detritiche di frana e, nel settore in corrispondenza del tracciato autostradale e della zona industriale, di terreni di origine antropica di riporto (h5).

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMfd (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante - falda detritica) i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a), all'unità geologico-tecnica GMes (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali attuali (b), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i

depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali (b2a) a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna). In alcuni areali in corrispondenza del tracciato autostradale e dell'area di servizio vengono riconosciuti spessori di entità variabile di terreni di riporto antropico (Ri).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica MLtf (Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER);

- all'unità geologico-tecnica CLtf (Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre) i depositi delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche, laddove presenti, e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 5 misure HVSR classificate in classe A1, si ricava una valutazione di qualità pari a 60,4 che la colloca in classe di accettabilità B.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

Le misure di sismica passiva eseguite presso l'areale di Prulli (171_HVSR, 172_HVSR, 173_HVSR, 174_HVSR e 44_HVSR) hanno nella loro totalità mostrato picchi significativi a frequenze <1 Hz (comprese tra 0,78 e 0,91 Hz) e quindi a profondità del p.c. >>50 m e, ad eccezione della prova 171_HVSR ($A_0 = 3,82$) hanno mostrato ampiezze inferiori a 3 ($2,38 < A_0 < 2,93$).

In corrispondenza dell'Area di Servizio autostradale Reggello è stata eseguita un'indagine di sismica a rifrazione in foro di tipo down-hole. L'indagine di tipo down-hole ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 5,0 m avente $V_s = 236$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 5,0 m con $V_s = 220$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 11,0 m con $V_s = 276$ m/s, un quarto sismostrato di spessore 6,0 m con $V_s = 260$ m/s e un quinto e ultimo sismostrato dello spessore investigato di 3,0 m con $V_s = 549$ m/s.

Inoltre è stata eseguita l'indagine 193_MASW che ha presentato un primo sismostrato dello spessore di circa 2,5 m avente $V_s = 102$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore circa 5,0 m con $V_s = 227$ m/s, un terzo sismostrato di spessore circa 7,5 m con $V_s = 214$ m/s, un quarto sismostrato di spessore circa 4,5 m con $V_s = 300$ m/s, a cui segue un terreno con $V_s = 354$ m/s.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 15 (2015):** questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalla prova 173_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona si riconosce presso la località di Prulli di Sotto, di Prulli di Sopra e nei rilievi collinari a nord di Prulli di Sopra, ad est di Fattoria Le Coste e sud del Torrente Chiesimone.

- **zona 19 (2019)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m; con basso c.i.. Talora presenza di uno spessore di terreno di riporto.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dalle prove 171_HVSR, 173_HVSR e 175_HVSR, nonché sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

La zona corrisponde alla quasi totalità dell'area pianeggiante laddove sorgono gli insediamenti industriali.

- **zona 22 (2022)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona si rinviene nei settori di fondovalle maggiormente prossimi al corso del Fiume Arno.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

Inoltre, come desumibile dalle verifiche, riportate nel seguente paragrafo 7.6, effettuate sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche (prove penetrometriche Cpt) realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di Prulli non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

ZONA INDUSTRIALE DI FONDOVALLE – LE FORNACI

(vedi tavv. G.09, G.10, G.11, G.12, G.15, G.18 e G.21 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area di fondovalle tra gli abitati di Prulli e di Matassino, presso la località Le Fornaci, è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle alluvioni attuali (b), o recenti, terrazzate e non terrazzate (bna), poggianti sui terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi e in particolare alla formazione dei Limi di Terranuova (TER), delle Argille del Torrente Ascione (ASC) e dei Limi del Torrente Oreno (LSO), che, inoltre, costituiscono i rilievi collinari presenti a monte dell'area medesima.

Talora si ha la presenza di depositi attribuibili a coltri eluvio-colluviali (b2a).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative derivanti da instabilità per frana, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico è completato dalla presenza di orli rimodellati di scarpate e orli di scarpata antropica.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente bassa acclività con pendenze leggermente superiori, sino al 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o progressse

Per l'area in oggetto sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 11 sondaggi geognostici a carotaggio continuo di cui n. 7 strumentati con tubo piezometrico, con le relative risultanze stratigrafiche e talora geotecniche di laboratorio;
- n. 6 prove penetrometriche di cui n. 4 prove penetrometriche statiche e n. 2 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 1 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi.

In corrispondenza dell'area di fondovalle sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 4 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSR).

Inoltre, specificatamente per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 2 è stata svolta una integrativa e inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 1 indagine sismica di tipo Masw.

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico dell'area di fondovalle tra gli abitati di Prulli e di Matassino, presso la località Le Fornaci, è caratterizzato dalla presenza di terreni appartenenti alla formazione dei Limi di Terranuova (TER), e poi, spostandosi verso i rilievi collinari alla formazione delle Argille del Torrente Ascione (ASC) e dei Limi del Torrente Oreno (LSO). Nei settori di fondovalle, sulle litologie appartenenti al Sintema del Valdarno – Sub-sintema di Montevarchi, si ha la presenza di depositi alluvionali attuali (b) o recenti, terrazzate e non terrazzate (bna).

Talora si rinvencono coperture eluvio-colluviali (b2a) e detritiche di frana.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMes (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali attuali (b), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali (b2a) a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna).

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica MLtf (Limi inorganici, farina di roccia, sabbie fini limose o argillose, limi argillosi di bassa plasticità di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi del Torrente Oreno (LSO) e dei Limi di Terranuova (TER);

- all'unità geologico-tecnica CLtf (Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre) i depositi delle Argille del Torrente Ascione (ASC).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche, laddove presenti, e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 4 misure HVSR classificate in classe A1, si ricava una valutazione di qualità pari a 57,7 che la colloca in classe di accettabilità B.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

Le misure di sismica passiva eseguite presso l'areale di Prulli (171_HVSR, 172_HVSR, 173_HVSR, 174_HVSR e 44_HVSR) hanno nella loro totalità mostrato picchi significativi a frequenze <1 Hz (comprese tra 0,78 e 0,91 Hz) e quindi a profondità del p.c. >>50 m e, ad eccezione della prova 171_HVSR ($A_0 = 3,82$) hanno mostrato ampiezze inferiori a 3 ($2,38 < A_0 < 2,93$).

In corrispondenza dell'Area di Servizio autostradale Reggello è stata eseguita un'indagine di sismica a rifrazione in foro di tipo down-hole. L'indagine di tipo down-hole ha presentato un primo sismostrato dello spessore di 5,0 m avente $V_s = 236$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore 5,0 m con $V_s = 220$ m/s, un terzo sismostrato di spessore 11,0 m con $V_s = 276$ m/s, un quarto sismostrato di spessore 6,0 m con $V_s = 260$ m/s e un quinto e ultimo sismostrato dello spessore investigato di 3,0 m con $V_s = 549$ m/s.

Inoltre è stata eseguita l'indagine 194_MASW che ha presentato un primo sismostrato dello spessore di circa 2,0 m avente $V_s = 216$ m/s, a cui segue un secondo sismostrato di spessore circa 6,0 m con $V_s = 231$ m/s, un terzo sismostrato di spessore circa 3,0 m con $V_s = 227$ m/s, un quarto sismostrato di spessore circa 3,0 m con $V_s = 240$ m/s, a cui segue un terreno con $V_s = 359$ m/s.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 15 (2015)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m, con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalla prova 177_HVSR e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, almeno a profondità < 50 m dal p.c..

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

La zona si riconosce presso la località Le Fornaci, lungo i rilievi collinari dell'area in esame, in particolare presso presso la Fattoria di Monicoro.

- **zona 19 (2019)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, su una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m; con basso c.i.. Talora presenza di uno spessore di terreno di riporto.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dalle prove 176_HVSR, 178_HVSR e 179_HVSR, nonché sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, o, almeno a profondità < 50 m dal p.c..

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

La zona corrisponde alla quasi totalità dell'area pianeggiante laddove sorgono gli insediamenti industriali.

- **zona 22 (2022)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, su copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura limosa argillosa (ML) e argilloso limosa (CL) di terrazzo fluviale (tf) con spessore > 50,0 m; con basso c.i..

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e sulla scorta della successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona si rinviene nei settori di fondovalle maggiormente prossimi al corso del Fiume Arno.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

Inoltre, come desumibile dalle verifiche, riportate nel seguente paragrafo 7.6, effettuate sulla scorta dei risultati delle specifiche indagini geognostiche (prove penetrometriche Cpt) realizzate in corrispondenza di areali con presenza nel sottosuolo di litotipi potenzialmente suscettibili alla liquefazione, nell'areale di fondovalle non si riconoscono zone con terreni liquefacibili e pertanto non sono state definite **zone suscettibili di attenzione per liquefazioni (ZALQ)**.

SANT'ELLERO

(vedi tavv. G.09, G.10, G.11, G.12, G.15, G.18 e G.21 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato di Sant'Ellero è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno) rappresentate dai calcari marnosi e marne argillitiche della Formazione di Monte Morello (MLL).

La formazione litoide ha un assetto giaciturale con immersione prevalentemente verso i quadranti occidentali e inclinazione variabile tra 10° e 30°.

La formazione litoide è sovente sormontata da coltri eluvio-colluviali (b2a). Lungo il corso del Fiume Arno e nei settori pianeggianti limitrofi si ritrovano depositi riferibili ad alluvioni attuali (b) e alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna).

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative derivanti da instabilità per frana, soliflussi generalizzati ed erosioni superficiali. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di orli di scarpata antropica e, in corrispondenza dei corsi d'acqua, di fenomeni di erosione lineare o incanalata.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 0% e il 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per la frazione di Sant'Ellero sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 2 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi.

In corrispondenza dell'abitato di Sant'Ellero sono inoltre state effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 3 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Sant'Ellero risulta costituito da terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno).

In particolare l'Unità di Monte Morello è rappresentata dalla Formazione di Monte Morello (MLL).

Sudette litologie sono talora sormontate da uno spessore di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati generalmente inferiori ai 10,0 m dal p.c..

Lungo il corso del Fiume Arno e nei settori pianeggianti limitrofi si ritrovano depositi riferibili ad alluvioni attuali (b) e alluvioni recenti, terrazzate e non terrazzate (bna).

Talora si rinvencono coperture eluvio-colluviali (b2a) e detritiche di frana.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMes (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali attuali (b), all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali a composizione prevalentemente sabbiosa, mentre all'unità geologico-tecnica SMes (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente fluvio lacustre - argine/barre/canali) i depositi alluvionali recenti, terrazzati e non terrazzati (bna).

I terreni di natura litoide appartenenti alla Formazione di Monte Morello (MLL) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica del substrato geologico LPS (Lapideo, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi, quiescenti, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 3 misure HVSR di cui n. 1 classificata in classe A1 e n. 2 classificate in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 43,9 che la colloca in classe di accettabilità C. Tuttavia, dato il contesto geologico in cui l'area si inserisce, non si ritiene necessaria l'esecuzione, in questa fase, di ulteriori indagini geognostiche di approfondimento.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

In corrispondenza dell'abitato di Sant'Ellero sono state appositamente eseguite n. 3 misure di sismica passiva con metodo HVSR (147_HVSR, 148_HVSR e 149_HVSR) nell'ambito dello studio in oggetto.

Le indagini 147_HVSR e 148_HVSR hanno mostrato una frequenza di picco rispettivamente a 838 e 5,41 Hz e ampiezze < 3 (rispettivamente 2,54 e 2,43); la prova 149_HVSR ha, invece, mostrato una frequenza di picco di 13,75 Hz e un'ampiezza di 3, da correlarsi con il passaggio tra depositi di copertura e substrato litoide.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 1 (2001)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare della prova 147_HVSR e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,3.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m.

La zona viene individuata presso l'abitato di Sant'Ellero e in corrispondenza dei settori collinari su cui sorgono le località di Castello di Sant'Ellero, Sant'Ellero Alto, Il Poggiolo e Vaianese.

- **zona 4 (2004)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e in particolare dalla indagine 148_HVSR, e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate di terrazzo fluviale con dislivelli maggiori di 20,0 m.

La zona viene individuata nella porzione valliva a sud dell'abitato di Sant'Ellero presso il corso del Fiume Arno.

- **zona 5 (2005)**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno coperture recenti di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), a prevalenza granulometrica sabbioso limosa, poste su un substrato lapideo stratificato (LPS), con coltre di alterazione/fratturazione. Le coperture presentano uno spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m.

Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore minore di 15,0 m.

Data la successione stratigrafica rilevata e sulla scorta degli studi sismici complessivi eseguiti, e in particolare della prova 149_HVSR, si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, presumibilmente al contatto tra coltri di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e il sottostante substrato litoide inalterato.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,3.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m.

Interessa alcuni settori in corrispondenza del corso del Torrente Vicano di Sant'Ellero e del Borro di Ciliana e in alcuni settori di raccordo tra i rilievi collinari e le zone di fondovalle e alcuni limitati settori collinari.

- **zona 7 (2007)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona viene individuata in corrispondenza del corso del Fiume Arno.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Formazione di Monte Morello -MLL) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale ("buffer") di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

Infine sono state evidenziate le aree dove si ha la **sovrapposizione di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAID)**.

SAN DONATO IN FRONZANO

(vedi tavv. G.09, G.10, G.11, G.12, G.15, G.18 e G.21 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato di San Donato in Fronzano è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle formazioni del Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano) e dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno).

In particolare l'Unità di Monte Cervarola - Falterona è rappresentata dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, mentre l'Unità di Monte Morello è rappresentata dai depositi prevalentemente argillitico marnosi, marnoso argillitici e marnoso calcarei, talora calcarenitici, della Formazione di Sillano (SIL).

Le formazioni litoidi hanno un assetto giaciturale generalmente immergente verso i quadranti occidentali, con inclinazioni variabili tra i 10° e i 30°, sebbene con taluna variabilità, dovuta alle deformazioni tettoniche e alle giustapposizioni strutturali che interessano i litotipi.

Su queste, a sud dell'abitato di San Donato in Fronzano, presso il corso del Torrente Marnia, si rinvencono terreni riconducibili ai depositi del Sistema del Valdarno – Sub-sistema del Torrente Ciuffenna e in particolare alla formazione dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO).

Le varie formazioni riconosciute sono sovente sormontate da depositi di frana, coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche (a3a), presenti in particolare in corrispondenza del settore settentrionale dell'abitato di San Donato in Fronzano.

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative con i relativi coronamenti il cui stato di attività è da attiva a quiescente. In particolare i depositi riferibili a dette tipologie si rinvencono, come anticipato, lungo il versante che scende interessando la porzione settentrionale dell'abitato di San Donato in Fronzano, in particolare presso le località Altolini e Bonazzete. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di scarpate di erosione sia attive che non e di orli rimodellati di scarpata o deboli rotture di pendio.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 10% e il 35%, ma anche, talora superiori al 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per la frazione di San Donato in Fronzano sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 3 prove penetrometriche di cui n. 2 prove penetrometriche statiche e n. 1 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 2 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi.

In corrispondenza dell'abitato di Donnini sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 3 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di San Donato in Fronzano risulta costituito da terreni riconducibili alle formazioni del Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano) e dell'Unità di Monte Morello (Dominio Ligure Esterno).

In particolare l'Unità di Monte Cervarola - Falterona è rappresentata dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, affiora estesamente nei rilievi ad est dell'abitato di San Donato in Fronzano e nei versanti a sud, presso le località di Leccioli, La Ripa e I Sorbi; l'Unità di Monte Morello è, invece, rappresentata dalla Formazione di Sillano (SIL), che rappresenta il substrato geologico della porzione meridionale dell'abitato di San Donato in Fronzano.

Suddette litologie sono talora sormontate da uno spessore di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati generalmente inferiori ai 10,0 m dal p.c..

Le varie formazioni riconosciute sono soventemente sormontate da depositi di frana (F, Fq), coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche (a3a), presenti in particolare in corrispondenza del settore settentrionale dell'abitato di San Donato in Fronzano.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMfd (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante - falda detritica) i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a) e all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali (b2a) a composizione prevalentemente sabbiosa.

I litotipi appartenenti alla Formazione di Sillano (SIL) sono stati attribuiti alla unità geologico tecnica del substrato geologico ALS (Alternanza di litotipi, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi, quiescenti, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 3 misure HVSR, di cui n. 1 classificata in classe A1 e n. 2 classificate in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 48,6 che la colloca in classe di accettabilità C. Tuttavia, dato il contesto geologico in cui l'area si inserisce, non si ritiene necessaria l'esecuzione, in questa fase, di ulteriori indagini geognostiche di approfondimento.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

In corrispondenza dell'abitato di San Donato in Fronzano sono state appositamente eseguite n. 3 misure di sismica passiva con metodo HVSR (156_HVSR, 157_HVSR e 158_HVSR) nell'ambito dello studio in oggetto.

Le prove 157_HVSR e 158_HVSR non hanno presentato picchi significativi, mentre la prova 156_HVSR ha mostrato un alto contrasto di impedenza ($A_0 = 3,22$) a profondità di ca. 20,0-30,0 m dal p.c., da correlarsi con eventuali variazioni litologiche e/o differente grado di alterazione e/o fratturazione all'interno dei litotipi della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3).

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 1 (2001)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,3.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona è presente in alcuni settori ad ovest dell'abitato di San Donato in Fronzano e in alcuni areale lungo i rilievi ad est dell'abitato medesimo, come in un limitato settore ad est della località I Sorbi.

- **zona 2 (2002)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica, e dalla prova 156_HVSR in particolare, e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,5.

La zona, sebbene totalmente obliterata dalle coperture di frana, rappresenta la successione geologica che interessa gran parte dell'abitato di San Donato in Fronzano. Inoltre è presente a nord dell'abitato di San Donato in Fronzano, presso la località Bonazzete.

- **zona 4 (2004)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita, e dalla prova 157_HVSR in particolare, e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,5.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona è presente ad ovest dell'abitato di San Donato in Fronzano e in alcuni areali, come ad esempio presso Poggio Adorino, lungo i rilievi ad est dell'abitato medesimo.

- **zona 5 (2005)**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno coperture recenti di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), a prevalenza granulometrica sabbioso limosa, poste su un substrato lapideo stratificato (LPS), con coltre di alterazione/fratturazione. Le coperture presentano uno spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m.

Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore minore di 15,0 m.

Data la successione stratigrafica rilevata e sulla scorta degli studi sismici complessivi si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, presumibilmente al contatto tra coltri di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato terreni di copertura e substrato litoide.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,4 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,4.

La zona è presente ad ovest dell'abitato di San Donato in Fronzano ed in un limitato areale a nord-est dello stesso.

- **zona 7 (2007)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona viene individuata presso il corso del Borro Fossatone e nei rilievi presso Poggio Adorino e a nord della località Altolini.

- **zona 30 (2030)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Sillano (SIL). Al tetto del substrato è talora una con coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 0,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e dalla prova 158_HVSR in particolare, e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona viene individuata nei settori meridionali dell'abitato di San Donato in Fronzano.

- **zona 31 (2031)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Sillano (SIL). Al tetto del substrato è talora una con coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 0,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona viene individuata nei settori centro-meridionali dell'abitato di San Donato in Fronzano e tra questi e la località Piazza; inoltre in un settore ad ovest di San Donato in Fronzano e in un limitato settore ad ovest di Poggio Adorino.

- **zona 32 (2032)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato stratificato con alternanza di litotipi (ALS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Sillano (SIL). Al tetto del substrato è talora una con coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 0,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona viene individuata in un limitato settore tra le località Altolini e Poggio Adorino.

- **zona 39 (2039)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una con coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona viene individuata presso il corso del Borro Fossatone a nord-ovest dell'abitato di San Donato in Fronzano.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto – FAL3) e tra il substrato lapideo stratificato stesso e i depositi del substrato geologico contraddistinto dall'alternanza di litotipi stratificati (Formazione di Sillano - SIL) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale (“buffer”) di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

Inoltre sono state evidenziate le aree dove si ha la **sovrapposizione di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAID)**.

PIETRAPIANA

(vedi tavv. G.09, G.10, G.11, G.12, G.15, G.18 e G.21 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato di Pietrapiana è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle formazioni del Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano), rappresentata dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici.

Le formazioni litoidi hanno un assetto giaciturale generalmente verso i quadranti occidentali, con inclinazioni variabili tra i 5° e i 45°, sebbene con taluna variabilità, dovuta alle deformazioni tettoniche e alle giustapposizioni strutturali che interessano i litotipi.

Su queste, ad ovest dell'abitato di Pietrapiana, come ad esempio presso la località Sant'Agata, si rinvennero terreni riconducibili ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alla formazione dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO) e dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT).

Le varie formazioni riconosciute sono talora sormontate da depositi di frana, coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche (a3a), presenti in particolare in corrispondenza dei versanti ad ovest dell'abitato di Pietrapiana.

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative con i relativi coronamenti il cui stato di attività è da attiva a quiescente. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di scarpate di erosione sia attive che non e di orli rimodellati di scarpata o deboli rotture di pendio.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 10% e il 35%, ma anche, talora superiori al 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o progressse

Per la frazione di Pietrapiana sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 2 prove penetrometriche dinamiche;
- n. 1 indagine di sismica a rifrazione con onde P e Sh;
- n. 1 indagine sismica di tipo Masw.

In corrispondenza dell'abitato di Pietrapiana sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 5 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Pietrapiana risulta costituito da terreni riconducibili all'Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano), rappresentata, in particolare, dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici. Questa affiora estesamente nei rilievi ad est dell'abitato di Pietrapiana e nei versanti ad ovest della località La Torre e presso le località Poggiolini e Tramonte.

Nei settori ad ovest dell'abitato di Pietrapiana il substrato litoide è sormontato dai terreni appartenenti ai depositi del Sintema del Valdarno – Sub-sintema del Torrente Ciuffenna e in particolare alle formazioni dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT) e dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO); i primi principalmente affioranti in corrispondenza dei settori tra Pietrapiana e Sant'Agata e i secondi tra quest'ultima località e l'area cimiteriale e in corrispondenza dell'area dove è ubicato il Serbatoio.

Sudette litologie sono talora sormontate da uno spessore di coltre eluvio-colluviale e/o detritica e/o di frana con spessori rilevati generalmente inferiori ai 10,0 m dal p.c..

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMfd (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante - falda detritica) i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a) e all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali (b2a) a composizione prevalentemente sabbiosa.

Per quanto riguarda i terreni di copertura di età plio-pleistocenica sono state eseguite le seguenti attribuzioni:

- all'unità geologico-tecnica SMtf (sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Limi di Latereto e di Pian di Tegna (LAT);
- all'unità geologico-tecnica GMtf (ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo di ambiente genetico fluvio lacustre - terrazzo fluviale) i depositi dei Ciottolami di Loro Ciuffenna (CLO).

I litotipi appartenenti alla formazione delle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3) sono stati attribuiti alla unità geologico tecnica del substrato geologico LPS (Lapideo stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi, quiescenti, nonché gli orli di scarpata morfologica e le creste morfologiche.

Inoltre vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 5 misure HVSR, di cui n. 1 classificata in classe A1 e n. 4 classificate in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 45,3 che la colloca in classe di accettabilità C. Tuttavia, dato il contesto geologico in cui l'area si inserisce, non si ritiene necessaria l'esecuzione, in questa fase, di ulteriori indagini geognostiche di approfondimento.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

In corrispondenza dell'abitato di Pietrapiana sono state appositamente eseguite n. 5 misure di sismica passiva con metodo HVSR (159_HVSR, 160_HVSR, 161_HVSR, 162_HVSR e 163_HVSR) nell'ambito dello studio in oggetto.

Ad eccezione della prova 162_HVSR, tutte le altre misure non hanno presentato picchi significativi. La prova 162_HVSR ha mostrato un alto contrasto di impedenza ($A_0 = 4,24$) a profondità di ca. 5,0 m dal p.c., da correlarsi con il passaggio tra substrato alterato e inalterato all'interno dei litotipi della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3).

Presso la località Casa Nardo è stata eseguita una indagine sismica di tipo Masw (131_MASW), mentre presso la località Gerini è stata eseguita un'indagine di sismica a rifrazione (140_SR).

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 1 (2001)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita, in particolare dalle prove 159_HVSR e 163_HVSR, e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,3.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona rappresenta la quasi totalità delle aree su cui sorge l'abitato di Pietrapiana e i rilievi circostanti.

- **zona 2 (2002)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 15,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si prevede la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,5.

La zona viene individuata in un limitato settore in corrispondenza dell'abitato di Pietrapiana.

- **zona 4 (2004)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita, e dalla prova 160_HVSR in particolare, e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,5.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona è presente ad ovest dell'abitato di Pietrapiana nel settore in destra idraulica del corso del Torrente Chiesimone e a nord-est di località Il Morello.

- **zona 7 (2007)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona viene individuata presso il corso del Torrente Chiesimone ad ovest dell'abitato di Pietrapiana.

- **zona 9 (2009)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura “pleistocenica” costituita da litotipi di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di terrazzo fluviale (tf), con spessore compreso tra 5,0 e 25,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita, e dalle prove 18_HVSR e 161_HVSR in particolare, e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 2,0 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 2,0.

La zona viene individuata presso le località Gerini, Casa Lanino e Sant'Agata.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto – FAL3) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale (“buffer”) di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

Inoltre sono state evidenziate le aree dove si ha la **sovrapposizione di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAID)**.

SALTINO

(vedi tavv. G.09, G.10, G.11, G.12, G.15, G.18 e G.21 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'abitato di Saltino è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle formazioni del Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano).

In particolare l'Unità di Monte Cervarola - Falterona è rappresentata dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, e dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Camaldoli (FA2), costituito da arenarie con livelli pelitici subordinati.

Le formazioni litoidi hanno un assetto giaciturale generalmente verso i quadranti settentrionali, in prevalenza nord-orientale, con inclinazioni variabili tra i 10° e i 30°, sebbene con taluna variabilità, dovuta alle deformazioni tettoniche e alle giustapposizioni strutturali che interessano i litotipi.

Le formazioni litoidi riconosciute sono sormontate da coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche (a3a), presenti in particolare in corrispondenza del settore a nord-est dell'abitato di Saltino.

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative con i relativi coronamenti il cui stato di attività è da attiva a quiescente. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di scarpate di erosione sia attive che non e di orli rimodellati di scarpata o deboli rotture di pendio.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 10% e il 35%, ma anche, talora superiori al 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o progressse

Per la frazione di Saltino sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In corrispondenza dell'abitato di Saltino sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 3 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge l'abitato di Saltino è costituito da terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano), rappresentata dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, e dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Camaldoli (FA2), costituito da arenarie con livelli pelitici subordinati. I Membro di Montalto affiora estesamente nella porzione settentrionale dell'area di studio, mentre il Membro di Camaldoli in quella meridionale.

Suddette litologie sono talora sormontate da uno spessore di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati generalmente inferiori ai 10,0 m dal p.c..

Le varie formazioni riconosciute sono soventemente sormontate da depositi di frana (F, Fq), coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche (a3a), presenti in particolare in corrispondenza del settore settentrionale dell'areale di Saltino.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMfd (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante - falda detritica) i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a) e all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali (b2a) a composizione prevalentemente sabbiosa.

I terreni di natura litoide appartenenti alla formazione delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Camaldoli (FAL2) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica LPS (Lapideo, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi e quiescenti.

Inoltre, laddove presenti, vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 3 misure HVSR classificate in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 37,1 che la colloca in classe di accettabilità C. Tuttavia, dato il contesto geologico in cui l'area si inserisce, non si ritiene necessaria l'esecuzione, in questa fase, di ulteriori indagini geognostiche di approfondimento.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

In corrispondenza dell'abitato di Saltino sono state appositamente eseguite n. 3 misure di sismica passiva con metodo HVSR (150_HVSR, 151_HVSR e 152_HVSR) nell'ambito dello studio in oggetto.

La prova 151_HVSR non ha presentato picchi significativi, mentre la prova 152_HVSR ha mostrato un picco alla frequenza di 19,03 Hz con basso contrasto di impedenza ($A_0 = 2,76$). La prova 150_HVSR ha, invece mostrato un picco alla frequenza di 15,16 Hz con alto contrasto di impedenza ($A_0 = 3,66$) e, quindi, a profondità di ca. 5,0 m dal p.c., da correlarsi con il passaggio tra coltri di copertura e substrato litoide.

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 1 (2001)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita, e in particolare dalle prove 151_HVSR e 152_HVSR, e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,3.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m. La zona rappresenta la maggior parte dei terreni dell'area di studio e, in particolare il settore su cui poggia l'abitato di Saltino.

- **zona 5 (2005)**: questa zona comprende le aree nelle quali si hanno coperture recenti di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), a prevalenza granulometrica sabbioso limosa, poste su un substrato lapideo stratificato (LPS), con coltre di alterazione/fratturazione. Le coperture presentano uno spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m.

Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione con spessore minore di 15,0 m.

Data la successione stratigrafica rilevata e sulla scorta degli studi sismici complessivi, e dalla prova 150_HVSR in particolare, si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo, presumibilmente al contatto tra coltri di alterazione / substrato presente in superficie e maggiormente fratturato e substrato inalterato terreni di copertura e substrato litoide.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,3.

La zona è presente nella porzione nord-orientale dell'abitato di Saltino e nei rilievi circostanti, e ad ovest della località Vignale.

- **zona 39 (2039)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con alto c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della formazione delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata si presume la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona viene individuata nel rilievo ad est dell'abitato di Saltino.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1....n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto – FAL3 e Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Camaldoli - FAL2) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale (“buffer”) di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

Inoltre sono state evidenziate le aree dove si ha la **sovrapposizione di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAIID)**.

VALLOMBROSA

(vedi tavv. G.09, G.10, G.11, G.12, G.15, G.18 e G.21 in scala 1:5.000)

Inquadramento geologico e geomorfologico

L'area su cui sorge l'area di Vallombrosa è caratterizzata dalla presenza di terreni riconducibili alle formazioni del Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano).

In particolare l'Unità di Monte Cervarola - Falterona è rappresentata dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, e dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Camaldoli (FA2), costituito da arenarie con livelli pelitici subordinati.

Le formazioni litoidi hanno un assetto giaciturale generalmente verso i quadranti settentrionali, in prevalenza nord-orientale, con inclinazioni variabili tra i 10° e i 30°, sebbene con taluna variabilità, dovuta alle deformazioni tettoniche e alle giustapposizioni strutturali che interessano i litotipi.

Le formazioni litoidi riconosciute sono sormontate da coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche (a3a), presenti in particolare in corrispondenza dell'area dell'Abbazia.

Il quadro geomorfologico è contraddistinto da fenomenologie gravitative con i relativi coronamenti il cui stato di attività è da attiva a quiescente. Il contesto geomorfologico completato dalla presenza di scarpate di erosione sia attive che non e di orli rimodellati di scarpata o deboli rotture di pendio.

Dal punto di vista morfologico si evidenzia una prevalente acclività con pendenze comprese tra il 10% e il 35%, ma anche, talora superiori al 35%.

Di detti elementi, nel complesso, si deve tenere conto nella definizione delle MOPS prodromiche alla classificazione di pericolosità sismica del sito.

Indagini geognostiche realizzate e/o pregresse

Per la frazione di Vallombrosa sono stati reperiti tutti i dati geognostici (stratigrafici, geotecnici e geofisici) contenuti nella banca dati dell'Archivio Comunale, implementati con i dati geognostici (in particolare stratigrafici) ricavati dalla banca dati ISPRA.

In particolare sono state ricavate le risultanze del seguente numero di indagini:

- n. 1 stratigrafia risultante da terebrazioni di pozzi profondi.

In corrispondenza dell'area di Vallombrosa sono inoltre stata effettuate ulteriori indagini sismiche finalizzate alla definizione dell'analisi e della risposta sismica dei terreni.

In particolare per gli studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 è stata svolta specificatamente una inedita campagna di indagini geofisiche consistente in n. 3 prove di sismica passiva mediante tecnica a stazione singola sulle vibrazioni ambientali (HVSr).

Modello geologico del sottosuolo

Il substrato geologico su cui sorge Vallombrosa è costituito da terreni riconducibili alle formazioni dell'Unità di Monte Cervarola – Falterona (Dominio Toscano), rappresentata dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Montalto (FAL3), nella sua facies principale costituita da un'alternanza di livelli arenacei, marnosi, argillitici e siltitici, e dalle Arenarie del M. Falterona - Membro di Camaldoli (FA2), costituito da arenarie con livelli pelitici subordinati. Il Membro di Montalto affiora estesamente nella porzione meridionale dell'area di studio, mentre il Membro di Camaldoli in quella settentrionale.

Sudette litologie sono talora sormontate da uno spessore di coltre eluvio-colluviale e/o alteritica con spessori rilevati generalmente inferiori ai 10,0 m dal p.c..

Le varie formazioni riconosciute sono soventemente sormontate da depositi di frana (F, Fq), coltri eluvio-colluviali (b2a) e falde detritiche (a3a), presenti in particolare in corrispondenza del settore su cui sono costruiti i vari fabbricati del complesso ecclesiale.

Modello geologico tecnico

Le formazioni geologiche presenti nell'area in esame sono state assimilate, in funzione delle loro caratteristiche geo-lito-sedimentologiche, a delle specifiche unità geologico-tecniche.

In particolare, per quanto riguarda i terreni di copertura recente sono stati attribuiti all'unità geologico-tecnica GMfd (ghiaie limose, miscela di ghiaie, sabbia e limo di ambiente genetico di versante - falda detritica) i corpi detriti appartenenti ai detriti di falda (a3a) e all'unità geologico-tecnica SMec (Sabbie limose, miscela di sabbia e limo di ambiente di versante – eluvi/colluvi) i depositi appartenenti alle coltri eluvio-colluviali (b2a) a composizione prevalentemente sabbiosa.

I terreni di natura litoide appartenenti alla formazione delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Camaldoli (FAL2) sono stati inseriti nella classe geologico-tecnica LPS (Lapideo, stratificato).

Infine sono stati rappresentati i fenomeni gravitativi attivi e quiescenti.

Inoltre, laddove presenti, vengono presentate le indicazioni delle strutture tettoniche e gli elementi geologici e idrogeologici relativi ai sondaggi e pozzi presenti nell'area con indicazione della profondità del substrato rigido raggiunto o della profondità di indagine che non ha raggiunto il substrato geologico.

Indicazione della classe di qualità mediante “Procedura semiquantitativa per stabilire la qualità della carta di livello 1 di MS”

Per l'area in esame caratterizzata da rilievo geologico e geomorfologico appositamente eseguito in scala 1:2.000 e presentato in scala 1:5.000, dalla disponibilità delle indagini geognostiche e sismiche di cui al dettaglio precedentemente e da n. 3 misure HVSR, di cui n. 1 classificata in classe A1 e n. 2 classificate in classe A2, si ricava una valutazione di qualità pari a 45,2 che la colloca in classe di accettabilità C. Tuttavia, dato il contesto geologico in cui l'area si inserisce, non si ritiene necessaria l'esecuzione, in questa fase, di ulteriori indagini geognostiche di approfondimento.

Misure di frequenza naturale e indagini di sismica a rifrazione

In corrispondenza dell'area di Vallombrosa sono state appositamente eseguite n. 3 misure di sismica passiva con metodo HVSR (153_HVSR, 154_HVSR e 155_HVSR) nell'ambito dello studio in oggetto.

Le prove 153_HVSR e 155_HVSR non hanno presentato picchi significativi, mentre la prova 151_HVSR ha mostrato un picco alla frequenza di 14,06 Hz con basso contrasto di impedenza ($A_0 = 2,99$).

Illustrazione della carta delle Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica locale

- **zona 1 (2001)**: questa zona comprende le aree nelle quali affiora o è sub-affiorante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza della Formazione di Monte Morello (MLL). Al tetto del substrato è talora una coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita, e in particolare dalle prove 151_HVSR e 152_HVSR, e data la successione stratigrafica rilevata si ritiene verificata la non possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,3 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,2 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,3.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m.

La zona è individuata in un limitato settore presso l'abbazia di Vallombrosa e nella maggior parte dei terreni della porzione orientale dell'area di studio e, in particolare il settore su cui poggia la località Paradisino.

- **zona 4 (2004)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura sabbioso limosa (SM) di ambiente di versante (ec) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 3,0 e 15,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Camaldoli (FAL2). Al tetto del substrato è talora una con coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita, e dalla prova 153_HVSR in particolare, e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,5 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,1 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,5.

Questa zona presenta elementi morfologici quali scarpate morfologiche con dislivelli compresi tra 10,0 e 20,0 m e maggiori di 20,0 m.

La zona viene individuata presso e attorno all'area dell'abbazia.

- **zona 7 (2007)**: questa zona comprende le aree nelle quali si ha una copertura recente di natura ghiaioso limosa (GM) di ambiente di versante (fd) e/o fluvio-lacustre (es), con spessore compreso tra 2,0 e 10,0 m, sovrastante un substrato lapideo stratificato (LPS), con basso c.i.. Il substrato è riconducibile alla presenza delle formazioni delle Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto (FAL3) e delle Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Camaldoli (FAL2). Al tetto del substrato è talora una con coltre di alterazione/fratturazione con spessore compreso tra 5,0 e 10,0 m.

Dallo studio complessivo di indagine sismica eseguita e data la successione stratigrafica rilevata non si ritiene verificata la possibilità di fenomeni di alto contrasto di impedenza sismica nel sottosuolo.

Dagli studi di Livello 2 alla zona viene attribuito un fattore di amplificazione di 1,8 per l'intervallo 0,1-0,5s e un fattore di amplificazione di 1,6 per l'intervallo 0,5-1,0s. Alla zona viene attribuito un valore del fattore di amplificazione calcolato in termini di PGA pari a 1,8.

La zona viene individuata tra l'Abbazia e la località Faggio Santo e nel settore settentrionale dell'area di indagine.

Zone di attenzione per instabilità

Le **zone suscettibili di attenzione per instabilità di versante (ZAFR1...n)** sono state discriminate considerando l'ordine di rappresentazione indicato al paragrafo 1.1.3-3 degli ICMS (versione 4.1) e mantenendo le informazioni sulla litostratigrafia delle zone stabili suscettibili di amplificazione locale a cui sono associate.

In corrispondenza del limite stratigrafico individuato tra i depositi di copertura (coperture alluvionali, coperture eluvio-colluviali, coltri detritiche e di frana) e il substrato lapideo stratificato (Arenarie del M. Falterona – Membro di Montalto – FAL3 e Arenarie del Monte Cervarola – Membro di Camaldoli - FAL2) sono state delineate le zone potenzialmente interessate da **cedimenti differenziali (ZACD)**. Le zone sono state individuate tracciando un areale (“buffer”) di circa 20 m di ampiezza, a partire dal limite stratigrafico. Il buffer rappresenta in questo caso, pertanto, una zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse. In questo caso, in accordo con gli indirizzi e criteri, non è stata utilizzata alcuna nomenclatura.

Inoltre sono state evidenziate le aree dove si ha la **sovrapposizione di zone di attenzione di instabilità differenti (ZAIID)**.

9. CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

Come già ampiamente trattato nel precedente capitolo 2, relativo agli eventi sismici di riferimento, il territorio comunale di Reggello ha registrato nel passato episodi sismici anche di importante intensità; tuttavia non sono stati storicamente registrati particolari danni a opere civili e/o infrastrutture.

Tra questi l'evento sismico maggiormente significativo e ricordato è quello del maggio 1895, allorquando una forte scossa di terremoto colpì quasi tutta la provincia di Firenze, causando danni diffusi, in alcune zone anche gravi.

A Firenze i danni furono molto estesi, ma nel complesso non gravissimi. Numerosi danni interessarono l'edilizia residenziale e privata della città, con lesioni diffuse e cadute di soffitti. Complessivamente circa 100 edifici risultarono inagibili. A Firenze non vi furono vittime e si contarono solo alcuni feriti non gravi.

Danni diffusi interessarono diversi comuni e centri del circondario fiorentino, in un'area piuttosto ampia, estesa dal Valdarno Superiore a Prato e ai centri della Valle del Bisenzio, dal Chianti e la Val di Pesa fino al Mugello, bassa Val di Sieve e all'Empolese.

I danni più gravi furono registrati in diverse località nella zona posta immediatamente a sud di Firenze.

Si ricorda, inoltre il terremoto del 1919 che causò oltre 100 morti nel Mugello e che vide come epicentro la zona di Vicchio, dove ci furono una quarantina di vittime e crollò la metà degli edifici esistenti.

Tra i comuni più colpiti da quell'evento si ricorda anche quelli di Dicomano, Borgo San Lorenzo, San Godenzo, Marradi, Firenzuola, Scarperia, Barberino del Mugello, Londa, San Godenzo e in parte anche Rufina e Pontassieve.

Anche la scossa di terremoto avvenuta il 9 dicembre 2019, con epicentro nel Mugello nella zona tra Scarperia e Barberino del Mugello è stata avvertita nel territorio comunale di Reggello, senza procurare danni a edifici o manufatti.

Da quanto detto è possibile desumere che le maggiori lesioni e danni di un evento sismico possono essere registrate laddove si ha la presenza di una coltre di copertura su un substrato litoide, e dove possono avvenire fenomeni di contrasto di impedenza sismica.

10. BIBLIOGRAFIA

- Albarello D. (2013) - I dati di rumore ambientale per la MS di Livello I - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, 22-23 maggio 2013.
- Albarello D. (2013) - La risposta sismica locale. Seminario ODG – Fermo, 11 Ottobre 2013.
- Albarello D. (2013) - Sismica passiva con tecniche a stazione singola e antenna. Seminario ODG – Fermo, 11 Ottobre 2013.
- Albarello D. (2013) - Misure di rumore ambientale. Corso di microzonazione sismica e valutazione della risposta sismica locale per la ricostruzione post-terremoto.
- Albarello D. & Castellaro S. (2011) – Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola – Supplemento alla rivista trimestrale *Ingegneria Sismica* – Anno XXVIII, n. 2.
- Basili R., Valensise G., Vannoli P., Burrato P., Fracassi U., Mariano S., Tiberti M. M. & Boschi E. (2008) - DISS - Database of Individual Seismogenic Sources.
- Commissione tecnica per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7 dell’OPCM 13 novembre 2010, n. 3907) - Standard di rappresentazione ed archiviazione informatica. Microzonazione sismica (versione 4.1).
- Geo Eco Progetti (2017) – Studi di Microzonazione Sismica di Livello 1 del Comune di Reggello.
- Gruppo di Lavoro MS (2008) - Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica. Conferenza delle Regioni e delle Province autonome - Dipartimento della protezione civile, Roma, 3 vol. e Dvd.
- Gruppo di Lavoro MS–AQ (2010) - Microzonazione sismica per la ricostruzione dell’area aquilana. Regione Abruzzo – Dipartimento della Protezione Civile, L’Aquila, 3 vol. e Cd-rom.
- Meletti C., Valensise G. (2004) - Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto Conclusivo - Gruppo di Lavoro per la redazione della mappa di pericolosità sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274) - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della protezione civile, Ufficio rischio sismico e vulcanico (2012) - Classificazione sismica al 2012 Recepimento da parte delle Regioni e delle Province autonome dell’Ordinanza PCM 20 marzo 2003, n. 3274.
- Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B. & Gasperini P. (2016) - Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI15 Release v1.5 2015 - Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia – <http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15>.
- SESAME European research project WP12 – Deliverable D23.12 - Guidelines for the implementation of the h/v spectral ratio technique on ambient vibrations measurements, processing and interpretation.
- Società Geologica Italiana (1993) – Guide Geologiche Regionali – Vol. 4, Appennino Tosco-Emiliano – BE-MA Editrice.

11. ALLEGATI

- Tav. 01 Carta delle indagini – Tosi / Donnini / San Clemente / Ciliegi / Matassino (scala 1:5.000)
- Tav. 02 Carta geologico tecnica per la Microzonazione Sismica – Tosi / Donnini / San Clemente / Ciliegi / Matassino (scala 1:5.000)
- Tav. 03 Carta delle frequenze – Tosi / Donnini / San Clemente / Ciliegi / Matassino (scala 1:5.000)
- Tav. 04 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – Tosi / Donnini / San Clemente / Ciliegi / Matassino (scala 1:5.000)
- Tav. 05 Carta delle indagini – Reggello capoluogo / Cascia / Leccio / Vaggio (scala 1:5.000)
- Tav. 06 Carta geologico tecnica per la Microzonazione Sismica – Reggello capoluogo / Cascia / Leccio / Vaggio (scala 1:5.000)
- Tav. 07 Carta delle frequenze – Reggello capoluogo / Cascia / Leccio / Vaggio (scala 1:5.000)
- Tav. 08 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – Reggello capoluogo / Cascia / Leccio / Vaggio (scala 1:5.000)
- Tav. 09 Carta delle indagini – Cancelli / Montanino / Pietrapiana / San Donato in Fronzano / Sant'Ellero / Saltino / Vallombrosa / Prulli /Le Fornaci (scala 1:5.000)
- Tav. 10 Carta geologico tecnica per la Microzonazione Sismica – Cancelli / Montanino / Pietrapiana / San Donato in Fronzano / Sant'Ellero / Saltino / Vallombrosa / Prulli /Le Fornaci (scala 1:5.000)
- Tav. 11 Carta delle frequenze – Cancelli / Montanino / Pietrapiana / San Donato in Fronzano / Sant'Ellero / Saltino / Vallombrosa / Prulli /Le Fornaci (scala 1:5.000)
- Tav. 12 Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica – Cancelli / Montanino / Pietrapiana / San Donato in Fronzano / Sant'Ellero / Saltino / Vallombrosa / Prulli /Le Fornaci (scala 1:5.000)
- Tav. 13 Carta di Microzonazione Sismica FH01-05 - Tosi / Donnini / San Clemente / Ciliegi / Matassino (scala 1:5.000)
- Tav. 14 Carta di Microzonazione Sismica FH01-05 - Reggello capoluogo / Cascia / Leccio / Vaggio (scala 1:5.000)
- Tav. 15 Carta di Microzonazione Sismica FH01-05 - Cancelli / Montanino / Pietrapiana / San Donato in Fronzano / Sant'Ellero / Saltino / Vallombrosa / Prulli /Le Fornaci (scala 1:5.000)
- Tav. 16 Carta di Microzonazione Sismica FH05-1 - Tosi / Donnini / San Clemente / Ciliegi / Matassino (scala 1:5.000)
- Tav. 17 Carta di Microzonazione Sismica FH05-1 - Reggello capoluogo / Cascia / Leccio / Vaggio (scala 1:5.000)
- Tav. 18 Carta di Microzonazione Sismica FH05-1 - Cancelli / Montanino / Pietrapiana / San Donato in Fronzano / Sant'Ellero / Saltino / Vallombrosa / Prulli /Le Fornaci (scala 1:5.000)
- Tav. 19 Carta di Microzonazione Sismica FPGA - Tosi / Donnini / San Clemente / Ciliegi / Matassino (scala 1:5.000)
- Tav. 20 Carta di Microzonazione Sismica FPGA - Reggello capoluogo / Cascia / Leccio / Vaggio (scala 1:5.000)
- Tav. 21 Carta di Microzonazione Sismica FPGA - Tav. 20 Carta di Microzonazione Sismica FPGA - Reggello capoluogo / Cascia / Leccio / Vaggio (scala 1:5.000) (scala 1:5.000)
- Tavv. 22A e 22b Sezioni geologico tecniche con indicazioni zone MOPS (scala 1:3.000)

- Indagini geofisiche integrate di caratterizzazione sismica e propedeutiche alla redazione di cartografie di microzonazione sismica, MOPS e pericolosità sismica (Livello 1)- ditta ENKI s.r.l.:

- Relazione tecnica interpretativa sulle indagini geofisiche per la microzonazione sismica di livello

1

- Tavv. 01A e 01B – Carta delle indagini

- Tavv. 02A e 02B – Carta delle frequenze

- Tavv. 03A e 03B – Carta di dettaglio delle indagini

- Indagini geofisiche integrate di caratterizzazione sismica e propedeutiche alla redazione di cartografie di microzonazione sismica di Livello 2 - ditta ENKI s.r.l.:

- Relazione tecnica interpretativa sulle indagini geofisiche per la microzonazione sismica di livello

2

- Tavv. 01 – Carta delle indagini

- Tavv. 02 – Carta delle frequenze

- Tavv. 03A e 03B – Carta di dettaglio delle indagini

Firenze li 28.02.2020

Prof. Geol. Eros Aiello

Dott. Geol. Gabriele Grandini